



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Dulce Maria Matos Martins da Silva

**Melhoria de um *Software* de Gestão da
Qualidade de uma Empresa do Ramo
Automóvel**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Isabel da Silva Lopes

Outubro de 2017

DECLARAÇÃO

Nome:

Endereço eletrónico: _____ Telefone: _____/_____

Número do Bilhete de Identidade: _____

Título da dissertação:

Orientador(es):

Ano de conclusão: _____

Designação do Mestrado:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, __/__/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Bruno que sempre acreditastes em mim. Nas horas de maior cansaço não me deixaste cair e ao longo deste tempo tiveste sempre paciência, compreensão e força.

Agradecer também aos meus pais, aos meus irmãos e à Linda, que estiveram sempre presentes, nos momentos que mais precisei ao longo desta longa caminhada, e que me ajudaram a completar esta grande etapa. Obrigada por todo o vosso apoio, alegria e união.

Não poderia deixar de agradecer à minha orientadora, Isabel Silva Lopes por toda a compreensão, disponibilidade e prontidão, foram fundamentais para a elaboração desta dissertação, a ela também devo o meu muito obrigada.

Agradeço à empresa Delphi Automotive System, em particular aos operadores de reparação de todas áreas, Eng. Vitor Peixoto e Eng. Jorge Gonçalves, Eng. Carlos Silva e Eng. Arminda Gomes, por terem permitido a execução deste projeto, obrigada pela disponibilidade e pelos esclarecimentos prestados.

RESUMO

A indústria automóvel é um mercado cada vez mais global, competitivo e exigente, em que o foco é sempre a satisfação do cliente. Neste contexto, o recurso a metodologias como Kaizen e TQM são bastante importantes para alcançar os objetivos.

A presente dissertação teve como principal objetivo a melhoria do *software* de recolha e análise de falhas do processo produtivo designado de *Quality Information System* (QIS), de uma empresa do ramo automóvel, presente em Braga, *Delphi Automotive Systems*. Este *software* está disponível para todos os operadores de reparação presentes em todas as áreas do processo produtivo. A principal função do QIS é recolher informação das falhas que decorrem no processo produtivo e auxiliar na análise dessas mesmas falhas, sendo possível criar diagramas de Pareto.

Ao longo do projeto foram realizadas várias melhorias que permitiram alcançar os objetivos propostos no início do projeto, reduzir o tempo de preparação, o método de introdução de informação e posterior tratamento de dados, recorrendo aos princípios kaizen, gembka kaizen, eliminação de desperdício, e TQM com a aplicação do princípio em que devem ser tomadas decisões baseadas em factos. Inicialmente foi efetuado um levantamento a todo o processo produtivo, analisando com mais rigor cada procedimento do QIS. Foram identificadas todas as falhas e oportunidades de melhoria disponíveis com o suporte dos operadores de reparação. Foram recolhidos vários dados de forma a identificar as operações com maior duração e informações sobre a forma como este processo era feito. Face às dificuldades detetadas, foram elaboradas diversas propostas de melhoria.

Os resultados obtidos mostraram que houve uma diminuição do tempo na introdução de informação no QIS. Uma vez que esta atividade não acrescenta valor, a simplificação do *software* permite um aumento de eficiência em todas as suas áreas de atuação. Em suma, da perspetiva dos reparadores, estas alterações implicam menos tempo a introduzir dados, mais tempo a realizar reparações. Segundo a perspetiva do gestor, significa menos tempo a atualizar o QIS, mais tempo a implementar melhorias.

PALAVRAS-CHAVE

Melhoria Continua, Kaizen, Identificação de Falhas, Retrabalho, ISO 9001

ABSTRACT

The automotive industry is an increasingly global, competitive and demanding market, where customer satisfaction is always the focus. In this context, the use of methodologies such as Kaizen and TQM are very important to achieve the objectives.

The main objective of this dissertation was to improve the software for collecting and analysing the failures of the production process called the Quality Information System (QIS) of an automotive company in Braga, Delphi Automotive Systems. This software is available to all repair operators present in all areas of the production process. The main function of the QIS is to collect information about the failures that occur in the productive process and to assist in the analysis of these same faults, being possible to create Pareto diagrams.

Throughout the project, several improvements were made to achieve the objectives proposed at the beginning of the project, to reduce preparation time, the method of introducing information and further processing of data, using the principles Kaizen, GEMBA kaizen, waste elimination, and TQM with the application of the principle whereby decisions based on facts should be taken. Initially a survey was carried out on the entire production process, analysing more rigorously each QIS procedure. All failures and improvement opportunities available with support from repair operators have been identified. Various data were collected to identify longer operations and information on how this process was done. In view of the difficulties identified, several proposals for improvement were drawn up.

The results obtained showed that there was a reduction of the time in the introduction of information in the QIS. Since this activity does not add value, the simplification of the software allows an increase of efficiency in all its areas of activity. In short, from the perspective of repairers, these changes imply less time to enter data, more time to make repairs. According to the manager's perspective, it means less time to update QIS, more time to implement improvements.

KEYWORDS

Continuous Improvement, Kaizen, Failure Identification, Rework, ISO 9001

ÍNDICE

Agradecimentos	v
Resumo.....	vii
Abstract	viii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	XVIII
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento da Dissertação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia	3
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 Qualidade como conceito.....	5
2.2 Gestão da Qualidade	6
2.2.1 TQM – Total Quality Management	7
2.2.2 Kaizen	9
2.2.3 Custos da Qualidade.....	11
2.3 Sistemas de Gestão da Qualidade	14
2.3.1 ISO 9001	15
2.3.2 IATF 16949:2016.....	17
3. Caracterização da empresa.....	19
3.1 Delphi Automotive Systems – Braga, Portugal, S.A.....	20
3.1.1 Política da Empresa	22
3.1.2 Missão, Visão e Valores.....	22
4. Descrição e análise do processo produtivo	24
4.1 Descrição do Processo Produtivo Geral	24
4.2 Posto de Análise e Reparação	30
4.3 Descrição e análise do Software Quality Information System	33
4.3.1 Utilização do Software QIS.....	33

4.3.2	Processo de Introdução de Informação no Software QIS	36
5.	Ações de melhoria	47
5.1	Substituição da fotografia do produto pelo desenho técnico/ esquema	47
5.2	Identificação de todos os componentes	48
5.3	Atualização do catálogo de componentes e lista de defeitos associados	50
5.4	Utilização da caixa de mensagens para sugestões.....	52
5.5	Substituição do formato fotográfico por ficheiros técnicos para as placas de SMT. 53	
5.6	Áreas com hiperligação para registo de falhas	54
5.7	Uniformizar a designação dos componentes	55
5.8	Atualizações dos produtos	56
6.	Análise e Discussão dos resultados.....	57
	Identificação de todos os componentes	57
6.1	Substituição da fotografia do produto pelo desenho técnico/esquema	58
6.2	Identificação de todos os componentes	58
6.3	Atualização do catálogo de componentes e lista de defeitos associados	61
6.4	Utilização da caixa de mensagens para sugestões.....	62
6.5	Áreas com hiperligação para registo de falhas	63
6.6	Uniformizar a designação dos componentes	64
7.	Conclusão	65
	Referências Bibliográficas	67
	Anexo I – Layout da delphi automotive systems Braga	69
	Anexo II – Apresentação: Quality Information System	71
	Anexo III - Levantamento do estado do software QIS e respetivo planeamento.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo com as fases da metodologia Action Research - Adaptado de Coughlan (2002)	3
Figura 2 - Ilustração dos custos da qualidade - Adaptado de Wood (2013)	11
Figura 3 - Tendência das diferentes categorias relacionadas com os custos da qualidade – Adaptado de Wood (2013)	13
Figura 4 - Evolução das normas ISO 9000. Adaptado de ISO (2017)	16
Figura 5 - Evolução Histórica da Normalização na Indústria Automóvel. Adaptado de Clarke (2005)	18
Figura 6 - Locais de presença da Delphi (Delphi, 2017)	19
Figura 7 - Áreas de envolvimento da Delphi em Portugal	20
Figura 8 - Evolução histórica da empresa Delphi Automotive Systems Portugal, S.A., Adaptado Delphi (2017)	21
Figura 9 - Principais clientes da Delphi Automotive Systems.	22
Figura 10 - Planta das Instalações Delphi Automotive Systems em Braga	24
Figura 11 - Fluxograma do processo de injeção. Adaptado de Delphi.	25
Figura 12 - Fluxograma do processo de pintura. Adaptado de Delphi.	26
Figura 13 - Fluxograma do processo de montagem final edifício 2. Adaptado de Delphi.	27
Figura 14 - Fluxograma do processo de SMT. Adaptado de Delphi.	28
Figura 15 - Fluxograma do processo de CBA. Adaptado de Delphi.	29
Figura 16 - Fluxograma do processo de FA. Adaptado de Delphi.	30
Figura 17 - Posto de análise e reparação na linha de produção	30
Figura 18 - Procedimento do operador para realizar o registo de uma análise	32
Figura 19 - Apresentação do QIS para o operador de análise e reparação. A-Representa o produto escolhido no QIS; B- Representa a janela onde é selecionado o tipo de componente, o tipo de falha e a quantidade do mesmo	33
Figura 20 - Diagrama representativo do processo de seleção de uma falha no software QIS. A - Seleção do produto; B - Seleção da área onde a falha foi gerada; C - Identificação do componente; D - Indicação da quantidade da falha.	34
Figura 21 - Fluxograma do processo inicial de introdução da informação.	37

Figura 22 - Processo de criação do Produto.....	38
Figura 23 - Processo de criação de uma área.....	39
Figura 24 - Ficheiro ND da parte superior de uma placa de SMT	39
Figura 25 - À esquerda ficheiro excel com os dados dos ficheiros ND e à direita excel tratado.	40
Figura 26 - À esquerda ficheiro Excel com os dados tratados e à direita ficheiro Access.	41
Figura 27 - Processo de criação dos componentes.....	41
Figura 28 - Criação dos componentes em falta manualmente.....	42
Figura 29 - Alinhamento das coordenadas dos componentes com a imagem.....	42
Figura 30 - Criação dos componentes manualmente.	43
Figura 31 - Alteração da posição dos componentes criados.....	44
Figura 32 – Opções do produto Ferrari disponíveis para o operador no QIS.	45
Figura 33 - Tempo (min) despendido em cada uma das etapas na área de SMT.....	45
Figura 34 - Tempo (min) despendido em cada uma das etapas na área de CBA	46
Figura 35 - Imagem em fotografia do produto no QIS.....	47
Figura 36 - Imagem do esquema/desenho técnico do produto no QIS.....	48
Figura 37 - Imagens da identificação dos componentes. A - Apresentação do produto no seu estado inicial; B - Apresentação do produto após implementação das melhorias	49
Figura 38 - Lista de componentes que estão associados a determinados defeitos/falhas	50
Figura 39 - Lista de defeitos relacionada com cada componente	51
Figura 40 - Lista atualizada dos defeitos relacionada com cada componente	52
Figura 41 - Caixa de mensagens relacionada com o software QIS	52
Figura 42 - Ficheiro ODB++.....	54
Figura 43 - Exemplo da alteração dos componentes.....	55
Figura 44 - Informação dos componentes disponível nos desenhos técnicos/esquemas	56
Figura 45 - Tempo de aplicação antes (verde) e depois (vermelho) de uma alteração de produto no QIS para a área de SMT.....	58
Figura 46 - Tempo de aplicação antes (verde) e depois (vermelho) de uma alteração de produto no QIS para a área de CBA	58
Figura 47 - Esquema da placa disponível no QIS.....	59
Figura 48 - Esquema da placa atualizada	59

Figura 49 - Incidência dos componentes danificados com dados do QIS antes de alterar a placa.	60
Figura 50 - Incidência dos componentes danificados com dados registrados em papel.....	60
Figura 51 - Esquema atualizado da placa disponível no QIS	61
Figura 52 - Dados antes da alteração da lista de componentes e defeitos	62
Figura 53 - Caixa de mensagens disponível no QIS	62
Figura 54 - Tempo utilizado para introduzir uma placa na área de CBA no QIS.....	63
Figura 55 - Layout do Edifício 1 dividido pelas diferentes áreas da Delphi Automotive Systems	69
Figura 56 - Layout do Edifício 2 dividido pelas diferentes áreas da Delphi Automotive Systems	70

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela relativa às quatro principais categorias dos custos da qualidade, evidenciando a definição e exemplos de cada - Adaptado de Wood (2013)	12
Tabela 2 - Opções de um dos produtos disponíveis no QIS e respetiva designação	35
Tabela 3 - Formato proposta para a caixa de mensagens do software QIS	53
Tabela 4 - Resumo das propostas de melhoria efetuadas e planeadas para o software QIS no decorrer do projeto	57
Tabela 5 - Lista de componentes que estão associados a determinados defeitos/ falhas.....	63
Tabela 6 - Correspondência da designação de determinados componentes.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AOI – *Automatic Optical Inspection*

AVSQ – *Associazione Nazionale dei Valutatori di Sistemi Qualità*

CBA – *Circuit Board Assembly*

EAQF – *Evaluation d’Aptitude sur la Qualité pour les Fournisseurs*

EMAS – *Eco-Management and Audit Scheme*

FA – *Final Assembly*

FIS – *Factory Information System*

IATF – *International Automotive Task Force*

ISO – *International Standard Organization*

NP – *Norma Portuguesa*

OBJ – *Objective Testplace*

PCB – *Printed Circuit Board*

PC&L – *Productive Control & Logistic*

PYMS – *Production & Yield Monitoring System*

QE – *Quality Engineer*

QIS – *Quality Information System*

SGQ – *Sistema de Gestão da Qualidade*

SMT – *Surface Mount Technology*

SUBJ – *Subjective Testplace*

VDA – *Verband der Automobilindustrie e.V.*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é abordado o enquadramento da dissertação referindo a localização da empresa e uma breve introdução ao tema do projeto desenvolvido. Posteriormente, são apresentados os objetivos, bem como a metodologia utilizada para os atingir. Por fim, é apresentada a estrutura da presente dissertação

1.1 Enquadramento da Dissertação

A 5 de Maio de 1922, George Frost, equipou pela primeira vez um autorrádio num automóvel, no modelo Ford T. O que ao início parecia excêntrico, em cinco anos tornou-se produção em série. O rádio ocupava tanto espaço no automóvel que, a parte traseira do veículo era totalmente ocupada pelo aparelho e antena. Atualmente, o autorrádio é cada vez mais compacto e versátil. Além de música e informação, os mais avançados já oferecem sistemas de navegação, telefone e internet, avanços que o tornam um dispositivo cada vez mais complexo tecnologicamente e a nível produtivo.

Num mercado cada vez mais global, competitivo e exigente como o da indústria automóvel, pensamentos de melhoria contínua devem fazer parte da rotina diária de toda a organização. Deste modo é possível melhorar os processos de fabrico, a satisfação do cliente, entre outros. Desta forma, surge a necessidade de implementar sistemas de gestão capazes de integrar processos de melhoria contínua, com ênfase na prevenção de falhas, na redução de variações e perdas na cadeia de fornecimento tal como descrito na norma ISO 9001 relacionada com a qualidade e a IATF 16949:2016 relacionada com a qualidade e a indústria automóvel.

Dentro do ramo da indústria automóvel temos designado de *infotainment*, na região de Braga, a *Delphi Automotive Systems*. Esta organização apresenta-se como um dos maiores fornecedores da indústria automóvel oferecendo uma vasta gama de soluções tecnológicas de elevado valor de mercado.

A presente dissertação foi elaborada na organização referida anteriormente, na qual o foco do projeto incidiu sobre um *software* de registo e análise de falhas, designado de *Quality Information System (QIS)*. Este *software* é essencial para os operadores de reparação, no qual lhes é possível identificar e rastrear falhas em cada área produtiva, de

forma a possibilitar uma análise posterior dos dados de cada uma dessas falhas e as suas eventuais causas. Com este *software* o operador de reparação tem ao seu alcance uma ferramenta de identificação disponível para selecionar e registar para cada produto a posição, quantidade e tipo de falha. Assim é possível haver um maior controlo do número e tipo de falhas, uma vez que este faz o registo da informação, tratada pelo Engenheiro da Qualidade (*Quality Engineer- QE*) de cada área, a fim de realizar ações corretivas contribuindo para a melhoria contínua do processo produtivo. Desta forma a Delphi Automotive Systems identificou a necessidade de intervenção, uma vez que o tempo de introdução/atualização de um produto para posterior registo de falhas era demasiado elevado, e apenas estavam identificados os componentes que apresentavam maior probabilidade de falha, tornando esta ferramenta obsoleta e pouco eficaz. Este projeto torna-se relevante, uma vez que a identificação e quantificação de falhas, para além de ser cada vez mais importante na indústria moderna vai de encontro aos requisitos do cliente, da empresa e da nova norma da indústria automóvel, a IATF 16949:2016.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é a melhoria de um *software* de gestão de qualidade na Delphi Automotive Systems, fazendo com que este seja mais eficiente, intuitivo e útil para o operador de reparação e QE (*Quality Engineer*) recorrendo à melhoria contínua e algumas ferramentas que lhe estão associadas. Durante o estudo pretendeu-se realizar uma avaliação do processo atual, propor melhorias, analisar as vantagens e desvantagens da implementação das mesmas e, caso sejam aceites, proceder à sua implementação.

Sendo assim, pretende-se com este projeto cumprir os seguintes objetivos específicos:

- Reduzir o tempo de introdução ou atualização dos produtos no *software*;
- Facilitar a introdução de informação por parte dos operadores de reparação;
- Facilitar o tratamento dos dados introduzidos.

Este projeto iniciou-se com o levantamento de informação sobre as condições iniciais do processo, acompanhado de uma análise crítica da literatura de forma a identificar a informação e temáticas mais relevantes em questão. De seguida, foi efetuada uma pesquisa exaustiva sobre a gestão da qualidade, TQM (*Total Quality Management*), Kaizen, Custos da Qualidade e Sistemas de Gestão da Qualidade de forma a ajudar na implementação de melhorias no projeto e assim cumprir com os objetivos propostos.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em sete capítulos, sendo que no presente capítulo é feito um enquadramento do projeto, a descrição dos objetivos propostos, a apresentação da metodologia utilizada e por último a descrição da estrutura da presente dissertação. No segundo capítulo, é feita a revisão bibliográfica, focada na gestão da qualidade e melhoria continua. No capítulo três, é descrita a empresa na qual decorreu o projeto, efetuando uma breve análise à história da empresa, à sua política e por fim ao seu produto final. No capítulo quatro, é descrito o processo produtivo geral, a forma como estão organizados os postos de análise e reparação e termina com a descrição do funcionamento inicial do *software* QIS. No capítulo cinco são apresentadas as propostas de melhoria no âmbito da melhoria continua e otimização do *software*. No capítulo seis são apresentados os resultados obtidos com as propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. Por ultimo é apresentado o capítulo sete onde são retiradas as conclusões do projeto

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre diversos conceitos associados ao projeto desenvolvido. Por conseguinte, temas como a Gestão da Qualidade, TQM, Kaizen, Custos da Qualidade, Sistemas de Gestão da Qualidade, ISO 9001 serão abordados em detalhe.

2.1 Qualidade como conceito

Embora a qualidade se apresente- como um conceito relevante a partir do início da década de oitenta, esta já era aplicada de forma indireta por outras civilizações (Martínez, Dewhurst, & Dale, 1988). Para a maioria das pessoas o conceito de qualidade apresenta-se abstrato e pouco objetivo, visto que a sua aplicabilidade nas mais variadas áreas tais como qualidade de um serviço e/ou produto tornam o seu conceito difícil de generalizar. Em primeiro lugar, a qualidade é relativa para o utilizador do termo e nas circunstâncias em que ele o invoca. De facto, a mesma pessoa pode adotar diferentes conceptualizações do termo para diferentes momentos. Isto levanta a questão: “o que é a qualidade?”. Cada uma das classes sociais tem uma perspetiva diferente de qualidade. Isto não é uma perspetiva diferente para o mesmo termo, mas sim diferentes perspetivas sobre diferentes termos com o mesmo rótulo (Harvey & Green, 2006).

Visto que este conceito tem uma abordagem ambígua torna-se relevante referir algumas das definições aplicadas por diversos gurus da qualidade das últimas décadas. Segundo Crosby (1979), o conceito de qualidade é referido como a conformidade com os requisitos, já Deming (1986) vem definir qualidade como tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente, por fim Juran (1989), define qualidade como adequação ao uso.

De forma a criar um sistema que protegesse tanto as organizações como os seus clientes a nível comercial surge a *International Standardization Organization* (ISO), com a missão de facilitar o comércio mundial promovendo a harmonização global. Esta organização publica normas internacionais numa variedade vasta de tópicos, mas sempre baseada num consenso internacional entre grupos de peritos reconhecidos em cada um dos organismos membros e depois adaptadas a cada país e/ou área de trabalho.

Para apoiar as Organizações de todos os sectores económicos e com o objetivo de tornar *standard* os diferentes modelos de gestão da qualidade existentes, surgiram as

normas da família ISO 9000. Dentro desta família temos: a ISO 9000 (Fundamentos e vocabulário), ISO 9001 (Requisitos), ISO 9004 (Linhas de orientação para melhoria do desempenho) e a ISO 19001 (Linhas de orientação para auditorias de sistemas de gestão) (Duret, *et al*, 2009).

Desta forma a qualidade passa a ser mais do que um simples conceito e começa a ser regida por um conjunto de referenciais adaptados à realidade de cada área de atuação.

2.2 Gestão da Qualidade

Segundo Fonseca (2012), a Gestão da Qualidade assenta em “3 pilares”, cada um desenvolvido por diferentes autores e com diferentes destinatários durante a década de 1980 e o início da década seguinte.

O primeiro dos “pilares” consiste nos trabalhos dos “gurus” da Qualidade, nomeadamente Crosby, Deming e Juran, os quais propuseram um conjunto de princípios, passos e recomendações que os gestores deveriam seguir para assegurar o sucesso das respetivas organizações. A sequência proposta por estes especialistas assenta na evolução do controlo da qualidade para a gestão da qualidade e finalmente, para a filosofia TQM.

O segundo dos “pilares”, que hoje goza de grande visibilidade internacional como consequência de haver mais de 1 milhão de organizações com os Sistemas de Gestão da Qualidade certificados segundo a norma ISO9001:2008, reporta-se às normas da família ISO 9000. Uma das consequências do sucesso da norma ISO 9001 foi o aparecimento de uma nova profissão de “Gestor da Qualidade”. Estas normas são hoje reconhecidas como instrumento relevante para a satisfação dos clientes e a melhoria contínua das organizações e, consequentemente, para a promoção da confiança e do desenvolvimento do comércio internacional. As normas da família ISO 9000, e em especial a ISO 9001, focam-se na gestão da qualidade e conduzem a um maior envolvimento ao nível da gestão intermédia.

O terceiro “ pilar” enquadra os modelos de excelência (ou prémios de qualidade), dos quais o modelo americano Malcom Baldrige e o modelo europeu da EFQM são os mais divulgados. Estes modelos foram concebidos por um número relativamente reduzido de executivos séniores e são dirigidos à gestão de topo das organizações com a mensagem chave da abordagem à Excelência Empresarial como via para o sucesso sustentável.

Visto que a gestão da qualidade é um processo complexo com um conjunto de variáveis e custos associados muitas vezes elevados para a empresa, torna-se necessário

incorporar um sistema de melhoria contínua que permita avaliar todas as situações de falha e todas as oportunidades de melhoria (onde estamos e onde gostaríamos de estar) e atuar sob cada um deles. Nos seguintes pontos abordaremos metodologias que forneçam ferramentas para melhorar cada um dos sistemas de uma empresa onde abordaremos TQM e Kaizen. E por fim, abordaremos um dos melhores indicadores para avaliar as nossas melhorias ao nível da qualidade onde iremos falar sobre os custos da qualidade.

2.2.1 TQM – *Total Quality Management*

Uma definição global do TQM consiste numa abordagem de gestão para o sucesso a longo prazo através da satisfação do cliente. Num esforço global, aplicando os princípios da metodologia TQM, todos os membros de uma organização participam na melhoria de processos, produtos, serviços e na cultura empresarial em que trabalham.

A Gestão da Qualidade Total pode ser resumida como um sistema de gestão empresarial focada no cliente que envolve todos os colaboradores num processo de melhoria contínua.

Esta metodologia TQM, usa estratégias, dados e comunicações efetivas para integrar a disciplina de qualidade na cultura e nas atividades da organização. Muitos desses conceitos estão presentes nos modernos Sistemas de Gestão da Qualidade, o sucessor da TQM (Westcott, 2013). De seguida são descritos os 8 princípios da metodologia Gestão da Qualidade Total:

1. Orientado para o cliente

O cliente passa a determinar o nível de qualidade. Não importa o que uma organização faça para promover a melhoria da qualidade, treinando funcionários, integrando qualidade no processo de design, atualizando computadores ou software, ou comprando novas ferramentas de medição. No final será sempre o cliente a determinar se os esforços valeram a pena.

2. Envolvimento total do colaborador

Todos os colaboradores participam no trabalho em direção a objetivos comuns. O compromisso total do colaborador só pode ser obtido após ocorrer um encorajamento da administração e a formação de um ambiente adequado aos objetivos traçados. Os sistemas de trabalho de alto desempenho integram esforços de melhoria contínua com operações

comerciais normais. As equipas de trabalho pretendem-se autossuficientes e são uma forma simples de encorajar os funcionários a atingir objetivos concretos e ambiciosos.

3. Centrado no processo

Uma parte fundamental do TQM é o foco no pensamento do processo. Um processo é uma série de etapas que levam entradas de fornecedores (internos ou externos) e os transforma em saídas que são entregues aos clientes (novamente, internos ou externos). As etapas necessárias para executar o processo são definidas e as medidas de desempenho são monitorizadas continuamente para detetar variações inesperadas.

4. Sistema integrado

Embora uma organização consista em muitas especialidades funcionais diferentes, muitas vezes organizadas em departamentos estruturados verticalmente, são os processos horizontais que interligam essas funções que são o foco do TQM.

Os microprocessos somam-se a processos maiores e todos os processos são agregados aos processos de negócios necessários para definir e implementar a estratégia. Todos devem entender a visão, missão e princípios orientadores, bem como as políticas de qualidade, objetivos e processos críticos da organização. O desempenho do negócio deve ser monitorado e comunicado de forma contínua.

Um sistema empresarial integrado pode ser modelado segundo os critérios do *Baldrige National Quality Program* e / ou incorporar os padrões da ISO 9000. Toda organização tem uma cultura de trabalho única e é praticamente impossível alcançar a excelência em seus produtos e serviços, a menos que uma cultura de boa qualidade tenha sido promovida. Assim, um sistema integrado conecta elementos de melhoria de negócios na tentativa de melhorar e superar continuamente as expectativas de clientes, funcionários e outras partes interessadas.

5. Abordagem estratégica e sistemática

Uma parte crítica da gestão da qualidade é a abordagem estratégica e sistemática para alcançar a visão, a missão e os objetivos de uma organização. Este processo, chamado de planeamento estratégico ou gestão estratégica, inclui a formação de um plano estratégico que integra a qualidade como componente central.

6. Melhoria contínua

O principal impulso do TQM é a melhoria contínua dos processos. A melhoria contínua faz com que uma organização seja analítica e criativa para encontrar maneiras de se tornar mais competitiva e mais eficaz para atender às expectativas das partes interessadas.

7. Tomada de decisão baseada em factos

Para saber o quanto a organização está a evoluir, são necessários dados sobre medidas de desempenho. O TQM exige que uma organização colete e analise dados de forma contínua, a fim de melhorar a precisão da decisão, alcançar o consenso e permitir a previsão baseada no histórico passado.

8. Comunicações

Em tempos de mudança organizacional, bem como parte da operação diária, as comunicações efetivas desempenham um papel importante na manutenção da moral e na motivação dos funcionários em todos os níveis. As comunicações envolvem estratégias, métodos e pontualidades.

Esses elementos são considerados tão essenciais para o TQM que muitas organizações os definem, em algum formato, como um conjunto de valores e princípios fundamentais sobre os quais a organização deve operar. Os métodos para implementar essa abordagem vêm dos ensinamentos de líderes de qualidade como Philip B. Crosby, W. Edwards Deming, Armand V. Feigenbaum, Kaoru Ishikawa e Joseph M. Juran.

2.2.2 Kaizen

O conceito Kaizen de origem japonesa, deriva de “KAI” que significa mudança e “ZEN” melhoria, no seu conjunto significa melhoria contínua. Masaaki Imai, guru da melhoria contínua, fundador do *Kaizen Institute* e considerado o pai do Kaizen, diz que “os empresários de hoje aplicam ferramentas e tecnologias sofisticadas em problemas que podem ser resolvidos de uma forma simples, através do senso comum e sem grandes custos” (Imai, 1986). Segundo Liker (2004), o sucesso deste método depende do envolvimento de todos os integrantes da empresa. Estes têm ao seu dispor várias ferramentas, que apontam para a melhoria continua como o ciclo PDCA, 5 porquês, Poka Yoke, 5S, SMED, entre outras.

Kaizen é uma filosofia que tem por objetivo a mudança para melhor, o que nas organizações significa a melhoria dos processos de trabalho e melhoria do desempenho dos colaboradores, levando à melhoria da qualidade, redução do custo e melhoria do nível de serviço, suportado pela motivação e envolvimento dos colaboradores (Imai, 2012).

O Kaizen está assente em poderosos princípios de aplicação universal que facilitam a mudança dos processos e das pessoas, são princípios facilitadores da Gestão da Mudança (Imai, 1986). Segundo Coimbra (2008), os fundamentos Kaizen reúnem um conjunto de sete Valores que são verdadeiros princípios de funcionamento que garantem os bons resultados de qualquer atividade de melhoria contínua.

- **Gemba Kaizen:** Alterações no local de trabalho;
- **Desenvolvimento das pessoas:** Desenvolvimento das pessoas, envolvendo-as nas atividades de melhoria, desde a gestão de topo aos operadores, de forma a estarem aptos a adotar novos hábitos;
- **Normas visuais:** foca a ideia de que “uma imagem vale mais do que mil palavras”;
- **Processos e resultados:** de facto, o pensamento usual é que tudo o que é necessário é definir o objetivo para o resultado e o método para atingir o resultado não é importante. O pensamento “Processo e Resultados” destaca igual importância aos processos e aos resultados. O resultado é importante no sentido de serem definidos objetivos para o grupo/equipa. De forma a obtermos resultados coerentes e consistente.
- **Qualidade em 1º:** é uma crença muito importante e um pensamento clássico em termos de Kaizen. Desde os inícios do movimento da Qualidade, suportados por gurus como Crosby, Deming, Juran Ishikawa e outros, que a qualidade é uma das mais importantes temáticas em termos de Kaizen. Esta crença é suportada por 3 conceitos: Orientação para o mercado, próxima operação é o cliente e Melhorias a montante.
- **Eliminação de Muda/Desperdício:** o Kaizen tem como objetivo eliminar desperdícios como: espera de pessoas; movimento de pessoas; sobreprocessamento; espera de materiais, movimento de materiais e excesso de produção;

Abordagem Pull Flow: otimização do fluxo de materiais e informação. O termo “Pull” significa que o fluxo do material deve ser puxado e iniciado pelo consumo do cliente ou pelas suas encomendas.

2.2.3 Custos da Qualidade

A partir dos anos 70 a globalização da economia mostrou que os produtos de qualidade eram um meio rápido de retorno de investimento e que os meios de concepção, fabrico/produção e distribuição não são perfeitos e, por conseguinte, provocam falhas nos produtos/serviços que se traduzem em perdas (Duffy, 2013).

Não existindo nenhum acordo geral sobre uma única definição de custos de qualidade podemos dizer que os custos da qualidade é a soma de todos os custos que têm origem em pequenos desvios nas especificações dos materiais e do produto (Machowski & Dale, 1998).

Estes custos têm origem nos limites aplicados nos procedimentos de forma a atingir os padrões de qualidade acordados com o cliente.

Estes custos podem advir de diversas formas muitas vezes não são visíveis ou estão agarrados a outro tipo de problemas visíveis ou não visíveis, sendo que a verdadeira dimensão destes custos nem sempre é conhecida. Se adotarmos a conhecida imagem do iceberg, podemos dizer que a parte visível corresponde aos pequenos problemas da qualidade como é o caso do refugo, retrabalho ou garantia e que a parte oculta está associada com o tempo de gestão, engenharia, diminuição de capacidade, entre outros, tal como apresentado na figura 2.

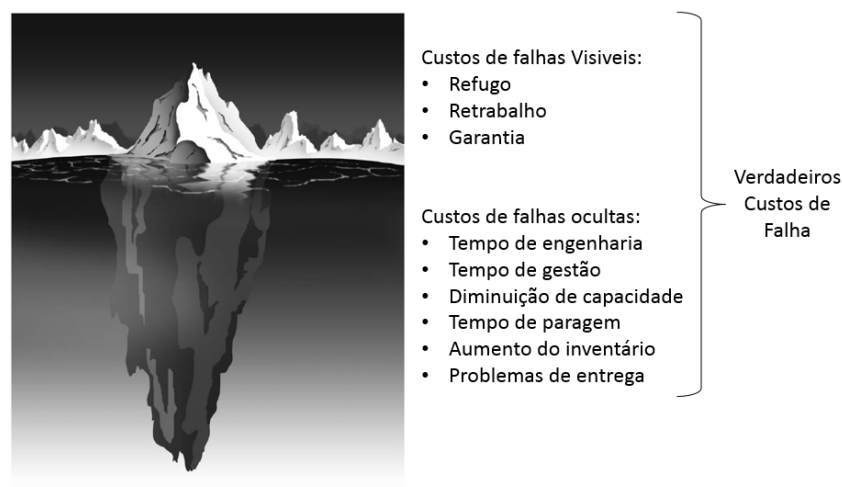


Figura 2 - Ilustração dos custos da qualidade - Adaptado de Wood (2013)

Os custos associados à baixa qualidade de um produto/serviço podem ser divididos em quatro principais categorias. Segundo Wood (2013), as categorias são as seguintes: custos de falha interna, custos de falha externa, custos de prevenção e os custos de avaliação. Na tabela 1 podemos ver cada uma destas categorias bem como alguns exemplos associados.

Tabela 1 - Tabela relativa às quatro principais categorias dos custos da qualidade, evidenciando a definição e exemplos de cada - Adaptado de Wood (2013)

Categoria	Definição	Exemplos
Custos de Falha Interna	Custos associados à ocorrência de uma falha anterior à entrega do produto/serviço ao cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Refugo • Retrabalho • Reinspecção
Custos de Falha Externa	Custos associados à falha após a entrega do produto/serviço ao cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Processamento das reclamações • Retorno dos clientes • Reclamações de Garantia
Custos de Prevenção	Custos de todas atividades especificamente designadas para prevenir uma fraca qualidade nos produtos ou serviços.	<ul style="list-style-type: none"> • Planeamento da qualidade • Avaliações de capacidade • Formação sobre qualidade
Custos de Avaliação	Custos envolvidos em medições, avaliações, auditorias de produtos/serviços de forma a assegurar os requerimentos <i>standard</i> de qualidade e desempenho.	<ul style="list-style-type: none"> • Custos de inspeção • Calibração de equipamentos • Custos associados a materiais

Desde o início de produção de qualquer produto ou serviço, os custos da qualidade, de uma forma global, apresentam um desenvolvimento não linear ao longo do tempo. Os dados associados a esta relação estão explícitos na figura 3, onde se pode observar a variação

percentual das quatro categorias dos custos da qualidade e o seu somatório ao longo do tempo. O valor percentual apresentado é relativo ao montante de vendas líquidas de uma empresa ao longo de dez anos, como descrita mais pormenorizadamente na literatura (Wood, 2013). Os dois primeiros anos mostram um histórico do custo da qualidade sem qualquer conhecimento ou ênfase na sua redução. O terceiro ano é o início da medição e uso de ferramentas da qualidade para a redução dos custos. Do quarto ao nono ano o gráfico apresenta-nos todo o progresso obtido. O décimo ano apresenta-se como uma projeção de progresso de melhoria contínua.

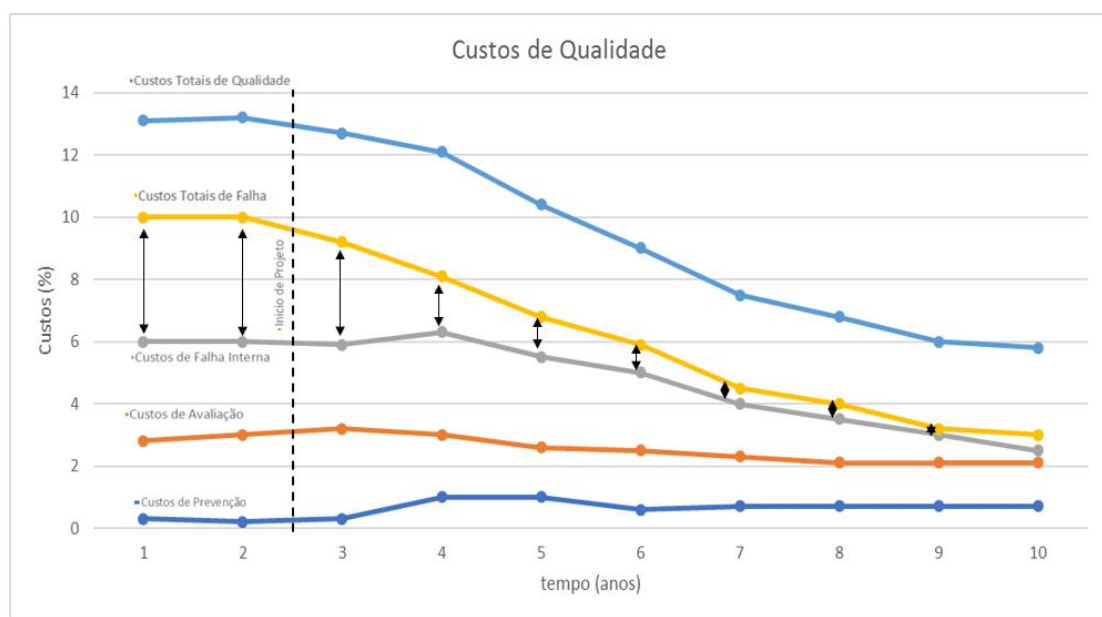


Figura 3 - Tendência das diferentes categorias relacionadas com os custos da qualidade – Adaptado de Wood (2013)

Segundo a análise da figura anterior, observa-se uma diminuição dos custos da qualidade ao longo do tempo sendo que só ao fim de 10 anos de produção estes custos apresentam um decréscimo não linear no seu somatório.

Focando cada uma das categorias, observa-se que os custos que apresentam menor percentagem são os custos de prevenção, seguidos dos custos de avaliação, custos de falha interna e finalmente externa. Contudo podemos observar que os custos de prevenção aumentaram ligeiramente durante os 10 anos e os custos de avaliação diminuíram. Os custos de falha interna e externa diminuíram significativamente, isto pode se dever a um maior investimento na prevenção e assim os custos totais diminuíram.

Segundo o estudo e conclusões do autor vemos que para reduzir os custos de qualidade, é necessário encontrar a causa-raiz das falhas (internas ou externas) e eliminá-las. A melhoria depende das ações dentro do sistema básico de medição e correção da qualidade, reforçada pela avaliação de custos de qualidade como uma importante ferramenta de suporte (Wood, 2013).

2.3 Sistemas de Gestão da Qualidade

Num ambiente cada vez mais dinâmico e complexo, satisfazer continuamente os requisitos e ter em consideração as necessidades e expectativas futuras dos clientes, constitui um desafio para as organizações, visto que em qualquer Sistema de Gestão da Qualidade atual o foco primário de todas as ações está no cliente e nas suas expectativas.

Para melhor compreender o que é um Sistema de Gestão da Qualidade, deve-se relembrar o conceito de sistema. Uma definição ampla de sistema pode ser “conjunto de objetos, caracterizado pela inter-relação entre esses objetos e os seus atributos”, ou seja, os componentes sistêmicos focalizados pela teoria de sistemas não são propriamente os objetos enquanto entes físicos, mas sobretudo, as leis, as regras, as funções, os processos, as equações que os relacionam com os seus atributos. Desta forma, Sistema de Gestão da Qualidade é entendido como a filosofia e prática de gestão que se traduz no envolvimento de todos os que trabalham na organização, num processo de cooperação que se concretize no fornecimento de produtos e serviços, que satisfaçam as necessidades e expectativas dos clientes. Sendo este Sistema de Gestão da Qualidade um conceito amplo, a sua aplicabilidade traduz-se na divisão em diversos referenciais *standard*. Um desses referenciais *standard* é a ISO 9001, onde a qualidade passa a ser um ponto central do processo produtivo e essa evolução levou à necessidade de adotar um conjunto de ferramentas da qualidade que permitissem a cada organização envolver todos os colaboradores num processo de cooperação com a finalidade de satisfazer e até superar as necessidades e expectativas dos seus clientes. Assim tornou-se essencial criar Sistemas de Gestão da Qualidade, capazes de colmatar algumas dessas lacunas. Desta forma nos próximos subcapítulos serão abordados de forma sucinta dois referenciais ISO 9001 e IATF 16949 associados a Sistemas de Gestão da Qualidade.

2.3.1 ISO 9001

Durante a década de 80, o BSI (*British Standard Institute*), com o apoio do Governo Britânico exerceu um papel extremamente ativo na divulgação e promoção da BS 5750, junto da comunidade internacional, designada na altura como norma de qualidade. O objetivo desta norma era fomentar a existência de um documento contratual entre as empresas, que assegurasse o controlo feito a nível da produção, independentemente do setor de atividade a que pertencessem, junto da comunidade internacional, tendo este processo culminado em 1987 com a criação da norma ISO 9000 (Franceschini, 2006). Estava lançada a “primeira pedra” para a difusão mundial de sistemas da qualidade que atualmente conhecemos.

Relativamente à área da qualidade surgem no ano 1987 a família das normas ISO 9000. A ISO 9001 associada ao modelo de garantia da qualidade para *design*, desenvolvimento, produção, montagem e prestação de serviço (aplicava-se a empresas onde o foco era a criação de novos produtos), a ISO 9002 relacionada com o modelo de garantia da qualidade para produção, montagem e prestação de serviços e por fim a ISO 9003 ligada ao modelo de garantia da qualidade para inspeção final e teste (abrangia apenas a inspeção final do produto e não se preocupava de que forma o produto era feito). Em 2000 houve a revisão da norma ISO 9001, unindo estes 3 referenciais, e passou haver apenas a norma ISO 9001:2000, relacionada com Sistemas de Gestão da Qualidade tendo um grande foco nas especificações de requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade, podendo ser utilizada para aplicação interna pelas organizações, certificação ou para fins contratuais (Robert & Sime, 2007).

Segundo Pinto (2011), a ISO 9001 é uma norma focada, em todas as etapas necessárias para transmitir confiança de que os requisitos da qualidade do produto são alcançados. Com esta norma cada organização deve especificar os requisitos para um sistema e gestão da qualidade no qual necessitam de demonstrar a sua aptidão para proporcionar produtos que vão ao encontro dos requisitos do cliente e regulamentares aplicáveis, bem como, visar o aumento da satisfação do cliente através da aplicação eficaz do sistema, incluindo processos para melhoria contínua do sistema e garantir conformidade com os requisitos do cliente e regulamentares aplicáveis.

Ao longo do tempo a norma foi sujeita a várias revisões como se pode verificar na figura 4, sofre em 2015 uma nova revisão sendo considerada uma das revisões que teve

mais alterações, com o objetivo de manter a norma sempre essencial e atualizada com as novas exigências do mercado, dos clientes e das partes interessadas (Domingues, 2016).

Esta norma baseia-se nos princípios de gestão da qualidade descritos na ISO 9000. As descrições incluem uma declaração para cada princípio, uma fundamentação para a importância do princípio para a organização, alguns exemplos de benefícios associados ao princípio e exemplos de ações típicas para melhorar o desempenho da organização quando o princípio é aplicado (ISO 9001:2015).

Os princípios da gestão da qualidade são:

- Foco no cliente;
- Liderança;
- Envolvimento das pessoas;
- Abordagem por processos;
- Melhoria;
- Tomada de decisões com base em evidências;
- Gestão das relações.



Figura 4 - Evolução das normas ISO 9000. Adaptado de ISO (2017)

Segundo a norma ISO 9001:2015, algumas das alterações da última revisão foram:

- Alinhamento com outras normas ISO e flexibilização de documentação;
- Compreender o contexto;
- Consideração do risco: pensamento baseado no risco;
- Melhorias na gestão de topo;
- Determinação da documentação necessária.

2.3.2 IATF 16949:2016

Suportados na norma ISO 9001, foram desenvolvidos referenciais orientados para o setor automóvel como o novo referencial IATF 16949:2016. Este *standard* substitui a ISO/TS 16949:2009 e precisa ser implementado juntamente com a ISO 9001:2015, uma vez que estas se complementam. O Sistema de Gestão da Qualidade é importante na indústria automóvel uma vez que este ajuda a melhorar continuamente a qualidade, satisfação dos clientes, sendo esse o foco da ISO 9001:2015 exatamente o *standard* dos Sistemas de Gestão da Qualidade (Galetto, 2010).

Ao longo do tempo, a indústria automóvel sofreu algumas alterações no que diz respeito à sua normalização, uma vez que, existiam vários referenciais no setor, ISO/TS 16949:2009, VDA para os alemães dos grupos VW e BMW; QS-9000 para os construtores americanos da FordMotorCompany, General Motors e Chrysler; EAFQ para Franceses dos grupos PSA e Renault e AVSQ para o grupo italiano da Fiat (Vargas, et al., 2006), o que implicava para os fornecedores dos fabricantes de automóveis manter várias certificações, acompanhadas das respetivas auditorias ao sistema da qualidade. Por forma a colmatar o referido problema, a IATF, que consiste num grupo internacional de fabricantes de veículos automóveis e respetivas associações (IAG (América), VDA/QMC (Alemanha), ANFIA (Itália), FIEV (França) e SMMT (Reino Unido)), do comércio automóvel, iniciou, em 1995, o desenvolvimento de um referencial comum, que incluísse os requisitos dos vários fabricantes e que fosse reconhecido por todos (Dana, 2007).

A nova norma IATF 16949:2016, substitui os referencias existentes como a ISO/TS16949, que perde a validade a 14-09-2018, VDA 6.1 e QS 9000. Na Figura 5, podemos ver a evolução da normalização da indústria automóvel (Clarke, 2005).



Figura 5 - Evolução Histórica da Normalização na Indústria Automóvel. Adaptado de Clarke (2005)

A nova norma, IATF 16949:2016, tem como principais objetivos (IATF 16949:2016):

- Melhoria contínua, com ênfase na prevenção de falhas, na redução de variações e perdas na cadeia de fornecimento;
- Controlo do produto não conforme – processo especificado pelo cliente;
- Controlo da reparação do produto;
- Monitorização, medição, análise e avaliação;
- Foco nos riscos e oportunidades;
- Gestão de garantia.

Assim e de acordo com os objetivos do projeto, vemos a importância da melhoria contínua enquanto análise e reparação de produto não conforme no ciclo produtivo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentado o grupo empresarial *Delphi* bem como a unidade industrial onde decorreu a dissertação, *Delphi Automotive System*. Os tópicos abordados neste capítulo dividem-se em marcos históricos, características de negócio e organização hierárquica.

A *Delphi* é um dos maiores fornecedores da indústria automóvel, com sede em Troy, EUA. Emprega cerca de 107 mil colaboradores em todo o mundo e movimenta aproximadamente 18 bilhões de dólares anualmente, dividida em quatro áreas: arquitetura eletrónica, eletrónica e segurança, sistemas *Powertrain* e soluções de produtos e serviços. Esta multinacional americana, divide os seus mercados pelos três continentes, EUA, Europa e Ásia, tal como representado na Figura 6.

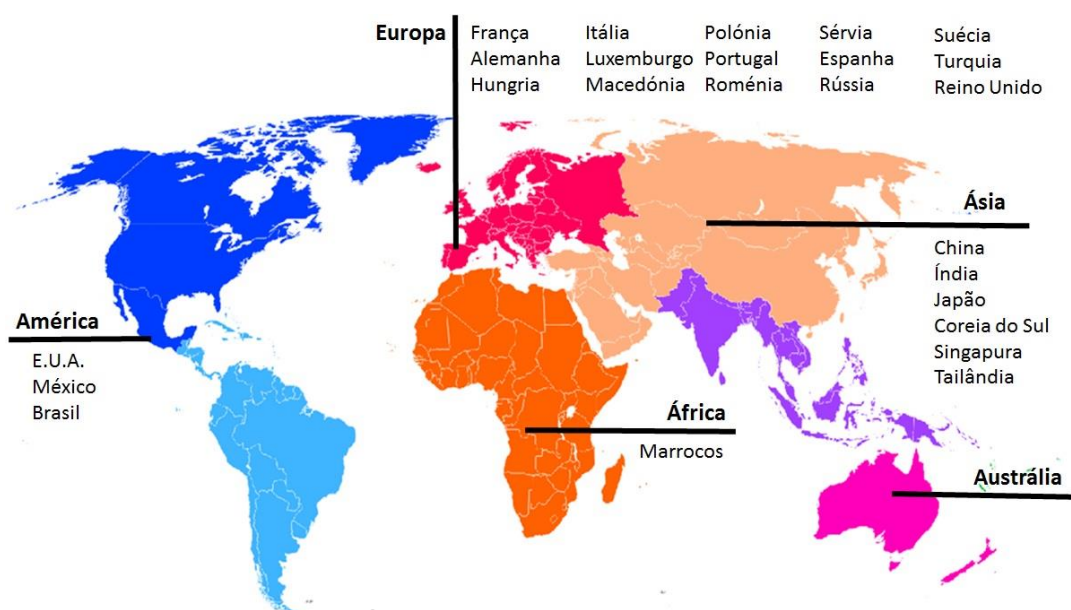


Figura 6 - Locais de presença da Delphi (Delphi, 2017)

A *Delphi Automotive System* - Braga pertence à *Product Business Unit* (PBU), *Infotainment and Driver Interface* (I&DI) que pertence, por sua vez, à *divisão Electronics & Safety* (E&S) - com sede em Kokomo e com representação europeia em Wuppertal (Alemanha).

A *Delphi* em Portugal está presente no Lumiar, Castelo Branco, Seixal e Braga. Na Figura 7, pode-se observar as áreas de envolvimento de cada uma das empresas referidas anteriormente.



Figura 7 - Áreas de envolvimento da Delphi em Portugal

3.1 Delphi Automotive Systems – Braga, Portugal, S.A.

A *Delphi Automotive Systems* presente em Braga, nasceu em 2011, com a venda da empresa inicial designada por Grundig, criada em 1965.

No entanto em 2011 o grupo termina, e passa a ser *Delphi Automotive Systems*, iniciando a produção exclusiva de autorrádios, como se pode ver na Figura 8 onde se apresenta a evolução histórica da empresa. Ao longo do tempo a empresa investiu no desenvolvimento das suas competências e tornou-se *benchmark* na área da eletrónica.

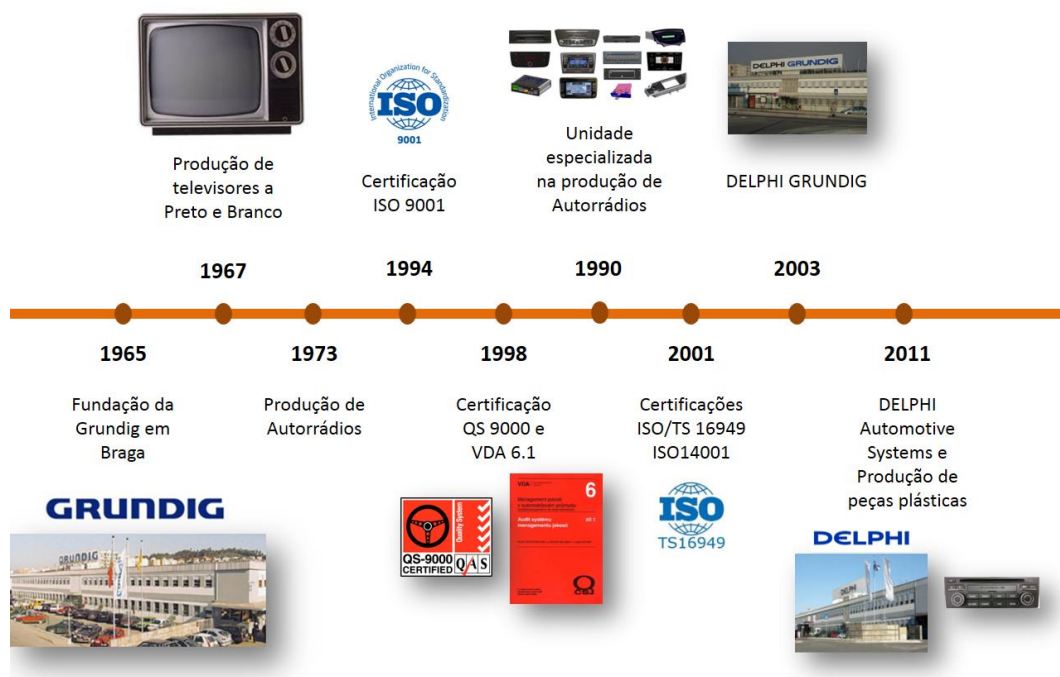


Figura 8 - Evolução histórica da empresa Delphi Automotive Systems Portugal, S.A., Adaptado Delphi (2017)

Atualmente a empresa é especializada na produção de placas eletrónicas (montagem e soldadura de componentes em *Printed Circuit Board (PCB)*, montagem final de autorrádios, sistemas de navegação e receção, produtos de telemática, e produção de peças plásticas (moldação e acabamento), para o ramo automóvel.

Produz anualmente mais de 6 milhões de unidades, com os mais elevados padrões de qualidade e fiabilidade, exporta praticamente a totalidade da sua produção, para os maiores e mais prestigiados construtores de automóveis (atingindo um volume de negócios superior a 200 milhões de Euros).

Atualmente a *Delphi Automotive Systems* produz autorrádios, sistemas de navegação, displays, sendo o portfólio de clientes da mesma, os mais reconhecidos mundialmente pelo seu prestígio na produção para a indústria automóvel, tal como evidência a Figura 9.



Figura 9 - Principais clientes da Delphi Automotive Systems.

A obtenção da certificação ISO 9001 em 1994 representou um marco decisivo para a implementação da *Total Quality Management* (TQM). As certificações QS 9000 e VDA 6.1, obtidas em 1998, bem como as certificações ISO/TS 16949 e ISO 14001, em 2001, vieram reforçar o compromisso da empresa para atingir os mais elevados níveis de Qualidade para os seus clientes. A nível ambiental foi ainda obtido, em 2004, o registo no EMAS.

3.1.1 Política da Empresa

Sendo a política da empresa “Exceder a expectativas dos cliente”, a *Delphi Automotive Systems* em Braga está determinada em obter o nível de excelência em tudo o que faz excedendo sempre as expectativas do cliente, ficando reconhecida pelos clientes como o seu melhor fornecedor. Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de gestão orientada para o crescimento rentável e sustentável, em que todos são encorajados a participar, no cumprimento da legislação em vigor e nos objetivos da empresa (*Delphi*, 2016).

3.1.2 Missão, Visão e Valores

A Missão da empresa é ser líder global em sistemas automóveis. Trabalhar em conjunto com os colaboradores, fornecedores e acionistas para fornecer soluções de valor acrescentado aos seus clientes (*Delphi*, 2017).

Como visão, a *Delphi* pretende ser a indústria do mundo mais competitiva para o mercado europeu, tendo por base a segurança, ambiente e conectividade (*Delphi*, 2017).

Valores passam pela ética e integridade; segurança e saúde; respeito e responsabilidade social (*Delphi*, 2017).

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo é realizada a descrição do processo produtivo geral, de que forma estão organizados os postos de análise e reparação bem como a descrição do funcionamento inicial do *software* QIS.

4.1 Descrição do Processo Produtivo Geral

Nesta secção, pretende-se fazer uma breve descrição das diferentes divisões que fazem parte do processo produtivo desde a entrada de matéria-prima até ao produto final. Toda a discussão descrita nesta secção baseia-se num dos produtos da empresa, sendo esse produto designado por Porsche ABT. O motivo da seleção de apenas um produto deve-se à *standardização* que é aplicada em todo o processo, o que torna a produção de qualquer produto similar. Em cada um dos produtos, o plano de controlo apresenta uma semelhança significativa, variando exclusivamente com os requisitos do cliente.

A *Delphi Automotive Systems* tem uma superfície total de aproximadamente 30.000 m² e uma superfície coberta com cerca de 17.000 m², é constituída por quatro edifícios, tal como podemos ver na figura 10, sendo só 1 e 2 relacionados com o sistema produtivo e armazenamento dos produtos. Contando com aproximadamente 700 colaboradores, a empresa atualmente funciona com três turnos à semana e um rotativo ao fim de semana (Delphi, 2017).

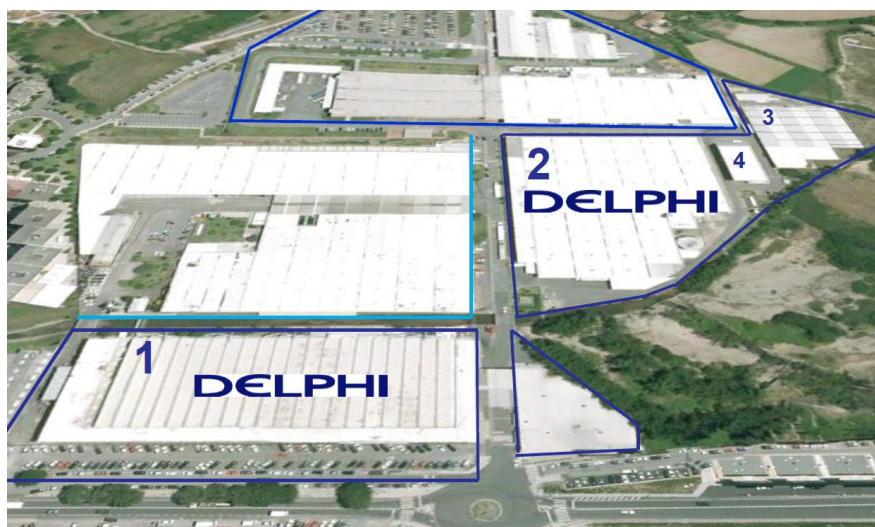


Figura 10 - Planta das Instalações Delphi Automotive Systems em Braga

O edifício 2 correspondente à área de produção de plásticos tem como objetivo ser fornecedor direto de certos produtos a integrar no edifício 1. Este processo é composto principalmente pelas áreas de injeção, pintura, montagem final e uma área de análise e reparação.

De seguida são apresentados os fluxogramas, retirados do plano de controlo de cada área, Injeção de peças termoplásticas (figura 11), Pintura (figura 12), *Final Assembly (FA)* (figura 13), *Surface Mount Technology (SMT)* (figura 14), *Circuit Board Assembly (CBA)* (figura 15) e FA (figura 16) essenciais para a produção, com a indicação dos principais processos representados nos retângulos brancos, áreas externas representadas nos retângulos a laranja, pontos de controlo de qualidade expostos nos losangos azuis e os postos de análise e reparação retângulos verdes, local onde incide o foco do projeto.

A primeira área de produção é designada de injeção de peças termoplásticas. Na figura 11, estão representados os diferentes processos desta área. Nesta área o material granulado é colocado em estufas para um pré-aquecimento durante cerca de 3 a 4 horas dependendo do material em questão. Após o seu aquecimento o material é colocado na máquina de injeção e injetado no molde. São realizadas as primeiras injeções de peças (cerca de 10 unidades), e estas são deslocadas para a sala de qualidade onde é feita uma análise dimensional e as peças são validadas (ou não) para produção. Após esta etapa é produzida toda a série planeada para aquele produto, e no fim da produção as últimas 10 peças são avaliadas novamente de forma a avaliarem-se possíveis degradações na produção ao longo do tempo. No final deste processo as peças são catalogadas e colocadas em *Work In Process (WIP)* para avançar no processo.

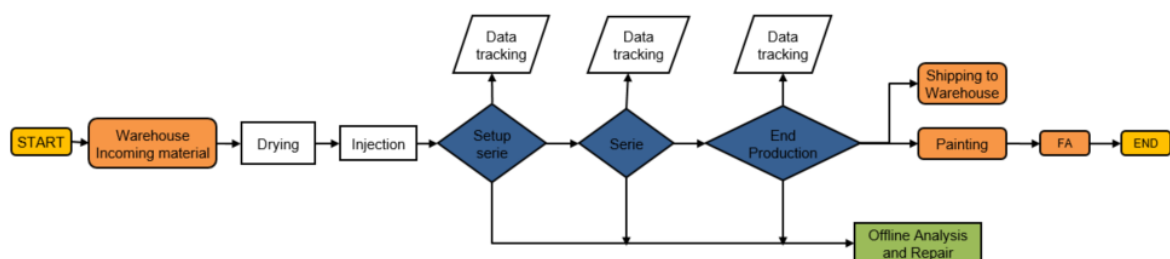


Figura 11 - Fluxograma do processo de injeção. Adaptado de Delphi.

Na fase seguinte temos o processo de pintura (figura 12), no qual é feito inicialmente um processo de *kitting* onde as peças são colocadas em redes ou *jigs* para enviar para a sala limpa. Já na sala limpa, as peças são novamente limpas com ar ionizado e paralelamente a este processo é efetuada uma configuração de todo o equipamento de pintura que vai desde o robô de pintura até à validação da tinta. Após a validação da tinta inicia-se o processo de pintura onde são colocadas as redes com todos os *jigs* de pintura no interior do equipamento. Após a pintura as redes são transportadas para um forno de secagem para colocar o mais rápido possível as peças disponíveis para a montagem final. Após a secagem todas as peças são submetidas a um processo de inspeção visual onde se faz o registo de todas as peças inválidas para avançar e qual o tipo de falha encontrado. Dependendo do tipo de peça e da exigência do cliente algumas das peças invalidadas são reparadas.

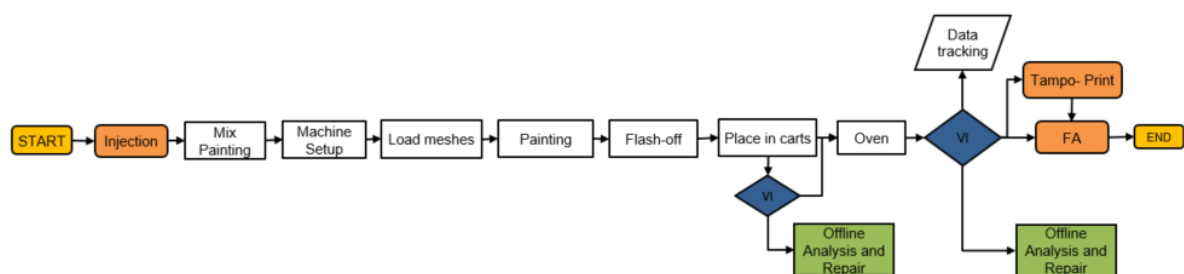


Figura 12 - Fluxograma do processo de pintura. Adaptado de Delphi.

Por fim na montagem final (figura 13), a montagem é realizada em três fases. Este processo inicia-se com uma montagem de elementos iniciais como guias de luz e feltros, de seguida no segundo posto são colocados novos elementos de suporte do CD e é realizado um processo de fixação por aquecimento, onde pinos de plástico são derretidos de forma a fixar as peças anteriormente colocadas. Por fim é realizada uma inspeção visual e uma inspeção ótica e, se for validada em ambas as inspeções, o produto final blendas e *bracket's* são embalados e enviados para o edifício 1.

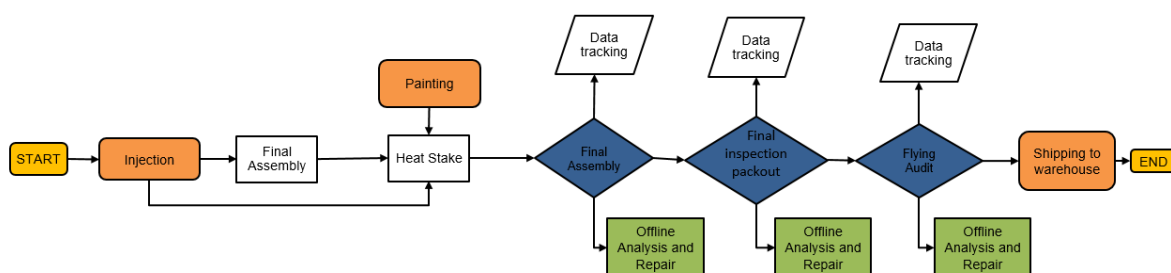


Figura 13 - Fluxograma do processo de montagem final edifício 2. Adaptado de Delphi.

No Edifício 1, correspondente à área de *infotainment*, procede-se à montagem dos componentes eletrónicos, mecânicos e plásticos nos autorrádios e displays. Este processo está dividido em três grandes áreas essenciais, SMT, *Trough Hole Technology* (THT) ou CBA e FA, assegurados por cinco departamentos, Produção, Engenharia, Qualidade, Controlo Produtivo e Compras (PC&L), que suportam todas as etapas para a produção do produto final.

A área SMT onde se inicia a produção, altamente automatizada e flexível, é composta por quinze linhas de produção, responsáveis pela inserção de componentes eletrónicos na superfície da PCB.

Na figura 14, é apresentado o fluxograma da área relativa a SMT, nesta área existem 3 postos de controlo de qualidade, *Solder Paste Inspection* (SPI) onde é analisada a deposição da pasta de solda no PCB através de uma análise tridimensional, quando é encontrada alguma falha na pasta de solda recorre-se à inspeção visual efetuada pelo operador. Nesta inspeção visual, se o operador confirmar a falha detetada pela SPI, este rejeita a placa, se a falha não for confirmada a placa volta ao processo normal. O posto seguinte de controlo de qualidade intitula-se *Automated Optical Inspection* (AOI). A AOI verifica a presença e posição relativa dos componentes inseridos no processo anterior de SMT. Tal como no posto da SPI, o operador tem a ultima decisão em caso de falha detetada na AOI. O posto subjacente onde o operador realiza uma avaliação intitula-se de V.AOI que em caso de falha confirmada envia a placa para retrabalho e em caso da falha for não confirmada o PCB é colocado no processo novamente. Após o retrabalho, o PCB é submetido novamente a uma avaliação na AOI. Em fases de início de produção, existe ainda o posto de *raio X* que deteta se a solda aplicada nos componentes de maior dimensão está corretamente distribuída em todos os

seus pontos de contacto. Este equipamento de raio X é transversal a todas as linhas e produtos de SMT, embora não seja colocado diretamente na linha.

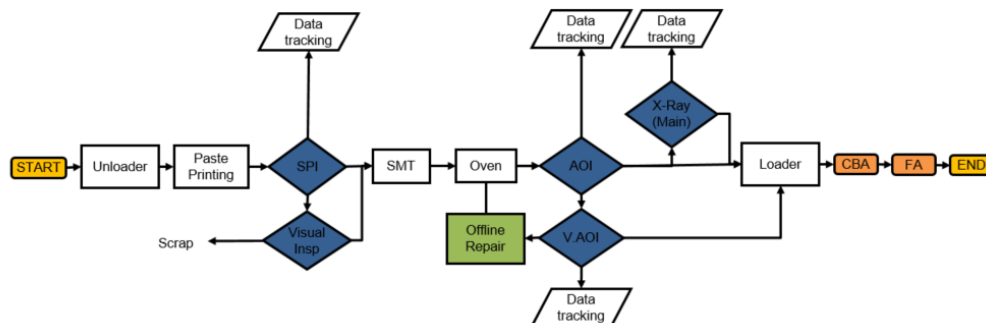


Figura 14 - Fluxograma do processo de SMT. Adaptado de Delphi.

Relativamente à área de CBA ou THT, ver figura 15 ficou assumido na política da empresa que cada área (SMT, CBA e FA) tem uma visão de cliente/fornecedor mutua. Visto esta situação, a área de CBA tem como finalidade a montagem manual de componentes nos PCB's vindos do processo anterior SMT. Esta área inicia o seu processo com a avaliação elétrica de todos os circuitos integrados do PCB através de equipamentos de *Integrated Circuit Testing (ICT)*. Tal como todos os postos da área SMT, nos ICT's em caso de falha um dos diversos testes há um reteste realizado automaticamente e se a falha persistir o PCB avança para análise, ou seja, independentemente da falha ser detetada ou não, é mandatório neste processo que os PCB sejam avaliados por um operador especializado (reparador de CBA). Após a análise do reparador, em caso de falha confirmada o PCB é devolvido à área de retrabalho de SMT, em caso da falha não ser confirmada o PCB volta ao ICT para ser testado e se necessário fazer uma reavaliação dos limites de teste. Até este momento do processo produtivo os PCB's assumem uma dimensão *standard* definida pelas linhas de SMT. Para adaptar os PCB's às paletes das linhas de soldadura estes, passam por um destes dois processos: fresagem ou equipamento de singulação (*Blade Singulation*). A partir deste momento os PCB's são colocados nas paletes de forma a avançar na montagem de elementos, de seguida, estruturas de suportes metálicos são fixas através do processo de *clinch*ing e por fim avançam para o processo de soldadura (*Wave Soldering / Selective Soldering*). Após o processo de soldadura, surge um posto de montagem de componentes de

maiores dimensões externos às linhas de CBA. E por fim, de forma a verificar todos os pontos de solda e a presença dos componentes colocados em montagem de elementos, existem novamente vários de AOI. O processo em caso de falha é comparável ao verificado em SMT.

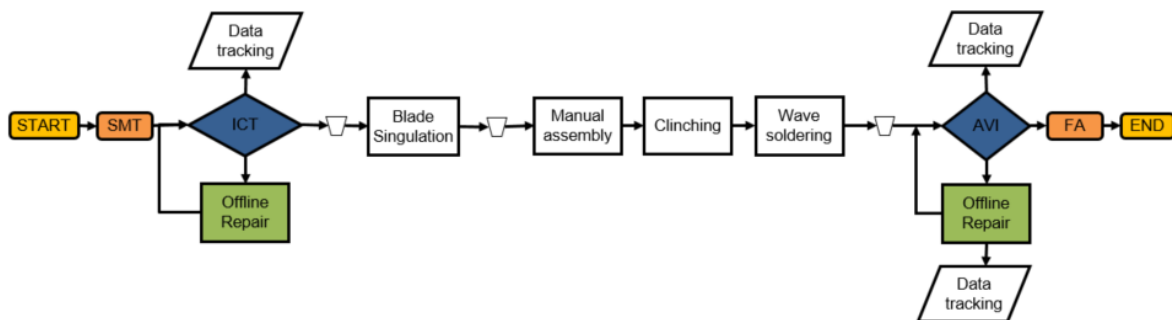


Figura 15 - Fluxograma do processo de CBA. Adaptado de Delphi.

Tal como se pode ver na figura 16, no fluxograma do processo a área de FA, o processo inicia com a montagem manual dos componentes inclusive a blenda vinda do edifício 2. Primeiramente as peças são sujeitas a dois testes (objetivo e subjetivo) onde é avaliada a qualidade do display e das teclas, seguidamente no posto de programação do equipamento são implementadas e testados todos os pontos de software do sistema, de seguida é colocada a etiqueta do produto. Todos os postos de montagem são avaliados em seguida por uma *Automatic Visual Inspection* (AVI) o teste final consiste num teste de *software* rigoroso de forma a avaliar potenciais falhas na instalação previamente realizada. Todos eles se não passarem nos testes são direcionados para a área de análise e reparação. Depois de ter passado por todos os testes, o produto passa para a zona de embalagem e termina na área de *Product Audit*. Nesta área dependendo do seu estado de maturação, o produto passa por um processo de auditoria no qual é feita uma inspeção total do produto designado de GP12 ou inspeção a um determinado componente ou falha. Após a auditoria do produto, o produto é enviado para o edifício 2 onde é armazenado e posteriormente vendido para o cliente final.

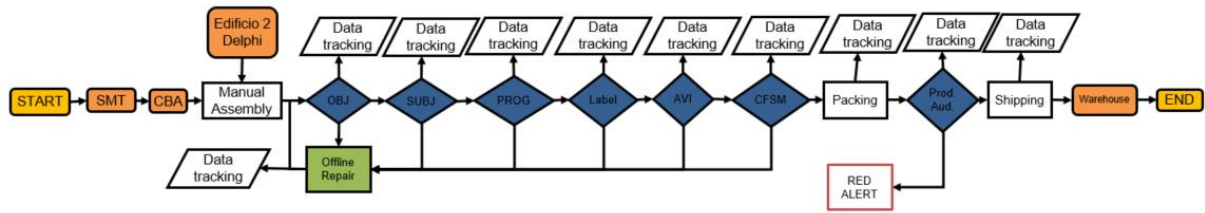


Figura 16 - Fluxograma do processo de FA. Adaptado de Delphi.

4.2 Posto de Análise e Reparação

Nesta secção é abordado o funcionamento dos postos de análise e reparação alocados ao longo do processo produtivo. Como verificamos na secção 4.1, existem em todas as áreas do processo produtivo uma zona de análise e reparação, tal como se pode verificar na figura 17, exceto na zona de injeção e pintura do edifício 2.

O posto de reparação presente em cada uma das áreas distintas do processo produtivo tem como finalidade a análise dos produtos (componentes mecânicos, elétricos ou plásticos) dependendo da fase de deteção em que são rejeitados durante o processo produtivo. Posteriormente à análise estes podem ser retrabalhados ou rejeitados.



Figura 17 - Posto de análise e reparação na linha de produção

É responsabilidade da produção identificar e segregar todas as peças, placas, blendas e aparelhos suspeitos de não conformidade, sendo de 30 em 30 minutos feita a recolha de todos os componentes rejeitados nas diferentes áreas de teste de acordo com a rota definida para o efeito. Estes produtos devem ser colocados nas diferentes áreas de reparação, no espaço identificado como “Para Análise”. De forma a ser possível rastrear e controlar os componentes rejeitados ao longo do processo, o operador independentemente da área de análise e reparação, tem acesso a uma ferramenta designada de *Factory Information System* (FIS) de qualidade que está dividido em dois sub-sistemas: um de informação de qualidade QIS onde regista informação que pode posteriormente ser tratada e analisada para identificar potenciais melhorias no processo produtivo, e o *Production & Yiel Monitoring System* (PYMS) funciona como um sistema de *alarme triggers* onde a reação a qualquer variação anormal da produção é acionada por este sistema, fazendo a rastreabilidade dos produtos. Na figura 18 é possível ver o procedimento para realizar o registo no QIS do resultado da análise dos produtos, comum a todas as áreas.



1. Operador identifica-se e faz log in no posto de reparação



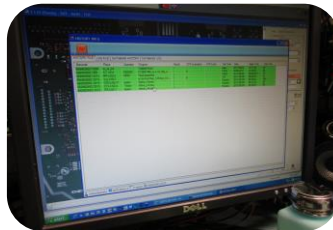
2. O operador lê o cartão pessoal de forma a entrar no sistema e ficar registado quem é o operador responsável pela análise.



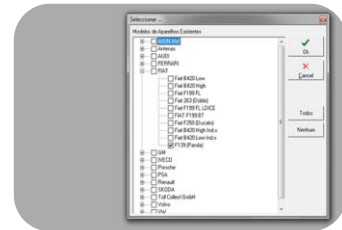
3. Selecionar a gama de produtos que vai ser analisado.



4. Ler o código de barras do produto de forma a ver o estado do produto no FIS.



5. Análise da traceabilidade do produto de forma a investigar os passos do processo para o produto em específico.



6. Selecionar o modelo no *software* QIS.



7. Seleciona a área (SMT, CBA, FA ou plásticos) com a fotografia e identificar a falha. Neste caso é a zona da montagem final no chassi.



8. Seleção do falha bem como a quantidade, registo do código de traceabilidade (retirado do FIS) e registo do mesmo.

Figura 18 - Procedimento do operador para realizar o registo de uma análise

Nos locais de reparação, os técnicos de eletrónica após realizarem a primeira análise das não conformidades registadas visualmente ou segundo o histórico do produto armazenado no sistema, inserem o tipo de falha e quantidade no QIS juntamente com o número de etiqueta intermédia do produto em causa e posteriormente podem ser retrabalhados ou rejeitados.

De forma a todos os reparadores terem disponível este software atualizado, é necessária manutenção. Por isso, na secção seguinte é descrito com mais detalhe a forma como este é desenvolvido e alimentado.

4.3 Descrição e análise do *Software Quality Information System*

O QIS é um software de recolha de dados, no qual é possível registar, identificar e rastrear falhas ou anomalias funcionais ou estéticas dos produtos, estas falhas podem estar associadas a componentes eletrónicos, mecânicos, caixilhos ou plásticos. Este software é útil uma vez que com ele é possível identificar e rastrear as falhas e assim contribui para o processo de melhoria contínua. O QIS é um sistema de informação que se encontra instalado em todas as bancadas de análise e reparação para registo da qualidade dos produtos.

4.3.1 Utilização do Software QIS

Na bancada de análise e reparação, o reparador seleciona o módulo a que os dados se destinam, de seguida seleciona o aparelho e lê o mesmo que vai analisar tal como indicado na secção 4.2, figura 18.

A figura 19 apresenta uma das páginas e opções do software onde o reparador regista a informação da análise do aparelho. Nesta página ele pode registar a quantidade, o local e tipo da falha.



Figura 19 - Apresentação do QIS para o operador de análise e reparação. A-Representa o produto escolhido no QIS; B- Representa a janela onde é selecionado o tipo de componente, o tipo de falha e a quantidade do mesmo

O operador seleciona a área de análise, que pode ser SMT, CBA, FA ou Plásticos.

Cada produto disponível no QIS é selecionado através de um registo do tipo diagrama de árvore, figura 20.

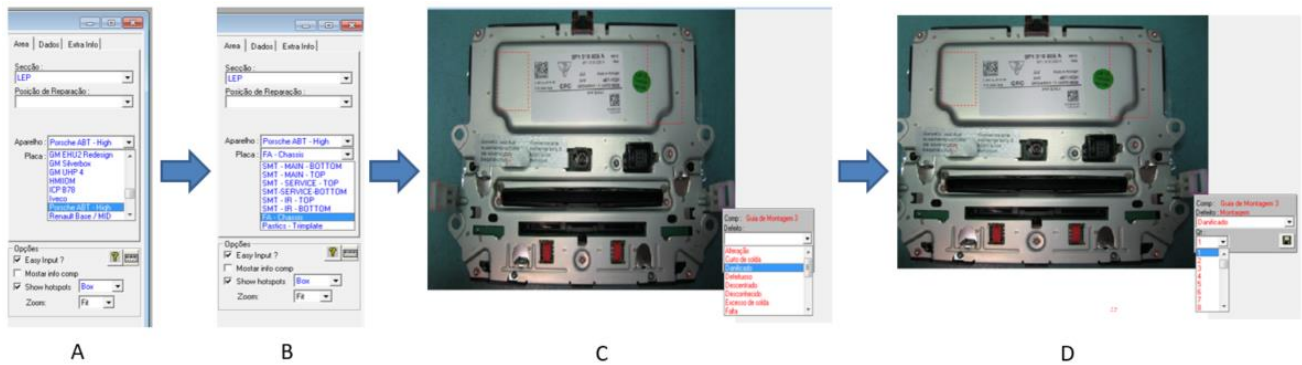


Figura 20 - Diagrama representativo do processo de seleção de uma falha no software QIS. A - Seleção do produto; B - Seleção da área onde a falha foi gerada; C - Identificação do componente; D - Indicação da quantidade da falha.

Estas opções existem devido às áreas do mesmo, tal como se pode ver na tabela 2. Relativamente ao produto apresentado, só na área de SMT podem existir 6 opções: a placa principal de SMT parte de cima e de baixo, placa de serviço também parte de cima e parte de baixo e placa IR parte de cima e baixo. Isto não implica que todos os produtos disponíveis no QIS tenham todas estas opções pois existem produtos que não têm placa de serviço, então estes não vão ter esta opção.

Tabela 2 - Opções de um dos produtos disponíveis no QIS e respetiva designação

 <p>SMT-MAIN-TOP</p>	 <p>SMT-MAIN-BOTTOM</p>
 <p>SMT-SERVICE-TOP</p>	 <p>SMT-SERVICE-BOTTOM</p>
 <p>SMT-IR-TOP</p>	 <p>SMT-IR-BOTTOM</p>
 <p>FA-CHASSIS</p>	 <p>PLASTICS-TRIMPLATE</p>

No que toca à análise dos resultados com este *software* é possível controlar e agir para uma ação corretiva, contribuindo para a melhoria contínua do processo produtivo. A análise da informação dos processos é realizada diariamente por todos os indivíduos que necessitem destas informações, para a melhoria contínua da qualidade dos produtos.

Nestas análises é possível retirar as seguintes informações:

- Evolução diária, semanal e/ou mensal de Indicadores de Performance de Qualidade;
- Pareto de não conformidades diário, semanal e/ou mensal;
- Monitorização de não conformidades ou resultado das pré-análises;
- Avaliação dos resultados por clientes;
- Avaliar a efetividade de ações corretivas.

Os dados presentes no QIS são usados para construir diagramas de Pareto de problemas e também para o processo de melhoria contínua. Toda a informação obtida pelo QIS como a quantidade, identificação e local das falhas são analisados e abordados nas reuniões de *Daily Operational Meeting*, onde são discutidos os principais problemas do dia anterior numa lógica de pareto, em que todos os indicadores diários que passaram o limite definido para aquele dia são abordados.

Na próxima secção é abordada com mais detalhe a forma como é preparada e introduzida toda esta informação e de que forma esta se torna disponível e atualizada.

4.3.2 Processo de Introdução de Informação no *Software QIS*

Na figura 21 é apresentado o fluxograma do processo de preparação inicial e a forma como era introduzida a informação no software QIS, para ser posteriormente possível o registo de falhas pelos operadores de reparação.

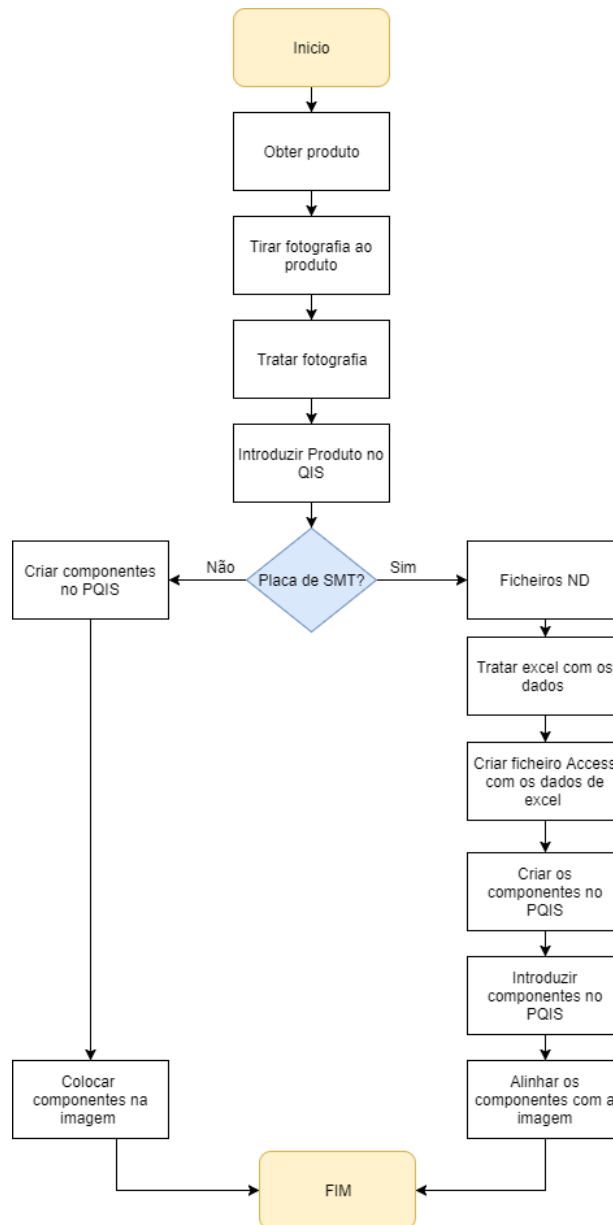


Figura 21 - Fluxograma do processo inicial de introdução da informação.

Todos estes passos requerem tempo e conhecimento por parte de quem introduz essa mesma informação, e muitas vezes essa informação não chega atempadamente sendo só conhecida a falta de atualização do software quando deixa de ser possível introduzir os falhas por parte do operador de reparação.

O processo inicia com a obtenção do produto ou partes dele. Este é adquirido no departamento de engenharia pela pessoa responsável de cada produto, designada por PRL (*Production Readiness Leader*).

A segunda fase trata-se de tirar a fotografia ao produto. Este passo tem como objetivo numa imagem ser possível identificar todos os componentes associados a uma determinada área, sendo possível ter numa imagem várias fotografias de vários ângulos do produto associadas a diferentes áreas/fases do processo. A fotografia pode ser tirada por máquina fotográfica no caso de ser um produto final ou área de CBA, ou por scâner no caso de SMT pois a precisão é maior evitando sobreposição de componentes, uma vez que estes têm dimensões muito pequenas. Posteriormente a imagem é tratada e muitas vezes compilada/montada pois associada a uma área pode estar mais que uma imagem devido às perspetivas possíveis do produto, de forma a isto ser possível deve-se ter em conta as sombras pois o efeito sombra, o fundo no qual é tirada e o tamanho da montagem (evitar ser demasiado grande) são aspetos que se devem ter em conta.

Depois de todas as montagens de imagens das áreas do produto estar realizadas, passamos para a criação do produto e áreas no QIS, tornando este disponível no software (figura 22 e 23).

ID	Aparelho	Cliente	Outgoing	CQP	SPC	Reg. Prod	Plans
307	Fiat F199 CD panel painted						
537	Fiat F199 CD Panel Painted						
563	Fiat F199 CD Panel Painted New						
587	Fiat F199 FL						
613	Fiat F199 FL LDICE						
560	Fiat F199 Panel Painted New Co						
597	Fiat F250 (Ducato)						
333	FIAT H4 (novi)						
353	FIAT MCD 6						
592	GEN 3 SK 25 Low						
593	GEN 3 SK 35 Low - optren						
594	GEN 3 SK 46 Low - optren						
550	GM CD 30 Coase CHM CH						
556	GM CD 30 Coase CHM CHFL						
436	GM CD 30 Cr TL SST						
304	GM EHU2						
371	GM EHU2						
370	GM EHU2 APD						
369	GM EHU2 Minus						
553	GM EHU2 MP3 APD ALK						
616	GM EHU2 Redesign						
625	GM Silverbox						
345	GM UHP 2						
346	GM UHP 4						
126	GME 3201 w/						
61	GP33 High						
62	GP33 High BC						
59	GP33 Med						
116	HalfSize 1.1						
600	HMBOM						
627	ICP 879						
647	Iveco						
209	Lamborghini 147						
273	Lino Instruções Radio CC (S)						

Figura 22 - Processo de criação do Produto



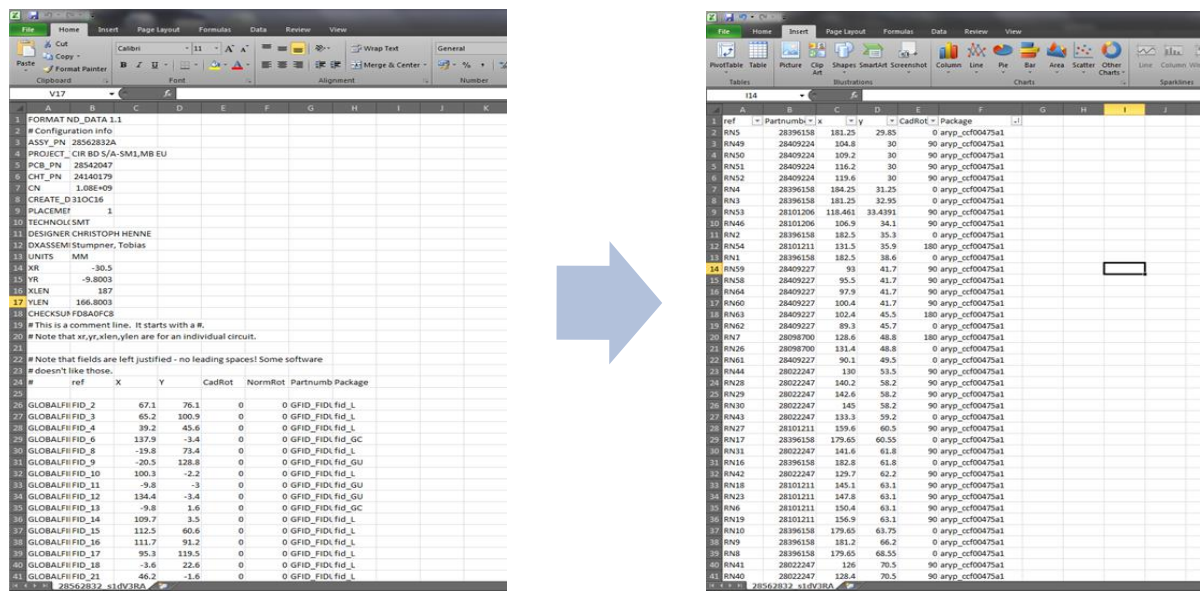
Figura 23 - Processo de criação de uma área

Posteriormente surge uma divergência na introdução de informação uma vez que o processo é diferente se se tratar de uma placa de SMT ou não.

No caso de ser uma placa de SMT, o pessoal do departamento de produção responsável pelos equipamentos de montagem automática dos componentes fornece os ficheiros ND (figura 24).

Figura 24 - Ficheiro ND da parte superior de uma placa de SMT

Nestes ficheiros estão indicadas as coordenadas X e Y e dimensões dos componentes inseridos em cada PCB. Geralmente existem dois ficheiros diferentes por placa sendo um a parte superior e outro a inferior. Estes ficheiros estão em formato txt que posteriormente têm de ser convertidos e tratados em excel de forma a ser possível introduzir no software QIS (figura 25).



The left spreadsheet shows the raw data from a text file, including component names, coordinates, and dimensions. The right spreadsheet shows the same data after being processed into a clean, structured table with 6 columns: ref, Partnumb, x, y, CadRot, and Package.

ref	Partnumb	x	y	CadRot	Package
RNS	28396158	181.25	29.85	0	any_p_ccf00475a1
RN49	28409224	104.8	30	90	any_p_ccf00475a1
RNS0	28409224	109.2	30	90	any_p_ccf00475a1
RNS1	28409224	116.2	30	90	any_p_ccf00475a1
RNS2	28409224	119.6	30	90	any_p_ccf00475a1
RN4	28396158	184.25	31.25	0	any_p_ccf00475a1
RN3	28396158	181.25	32.85	0	any_p_ccf00475a1
RNS3	28101206	118.461	33.4391	90	any_p_ccf00475a1
RN46	28101206	106.9	34.1	90	any_p_ccf00475a1
RN2	28396158	182.5	35.3	0	any_p_ccf00475a1
RN04	28101211	131.5	35.9	180	any_p_ccf00475a1
RN1	28396158	182.5	38.6	0	any_p_ccf00475a1
RNS9	28409227	93	41.7	90	any_p_ccf00475a1
RNS8	28409227	95.5	41.7	90	any_p_ccf00475a1
RN64	28409227	97.9	41.7	90	any_p_ccf00475a1
RN60	28409227	100.4	41.7	90	any_p_ccf00475a1
RN63	28409227	102.4	45.5	180	any_p_ccf00475a1
RN62	28409227	89.3	45.7	0	any_p_ccf00475a1
RN7	28098700	128.6	48.8	180	any_p_ccf00475a1
RN26	28098700	131.4	48.8	0	any_p_ccf00475a1
RN61	28409227	90.1	49.5	0	any_p_ccf00475a1
RN44	28022247	130	53.5	90	any_p_ccf00475a1
RN28	28022247	140.2	58.2	90	any_p_ccf00475a1
RN29	28022247	142.6	58.2	90	any_p_ccf00475a1
RN30	28022247	145	58.2	90	any_p_ccf00475a1
RN43	28022247	133.3	59.2	0	any_p_ccf00475a1
RN27	28101211	159.6	60.5	90	any_p_ccf00475a1
RN17	28396158	179.65	60.55	0	any_p_ccf00475a1
RN31	28022247	141.6	61.8	90	any_p_ccf00475a1
RN16	28396158	182.8	61.8	0	any_p_ccf00475a1
RN42	28022247	129.7	63.2	90	any_p_ccf00475a1
RN18	28101211	145.1	63.1	90	any_p_ccf00475a1
RN23	28101211	147.8	63.1	90	any_p_ccf00475a1
RN6	28101211	150.4	63.1	90	any_p_ccf00475a1
RN19	28101211	156.9	63.1	90	any_p_ccf00475a1
RN10	28396158	179.65	63.75	0	any_p_ccf00475a1
RN9	28396158	181.2	66.2	0	any_p_ccf00475a1
RN8	28396158	179.65	66.55	0	any_p_ccf00475a1
RN41	28022247	126	70.5	90	any_p_ccf00475a1
RN40	28022247	128.4	70.5	90	any_p_ccf00475a1

Figura 25 - À esquerda ficheiro excel com os dados dos ficheiros ND e à direita excel tratado.

O tratamento do ficheiro em excel deve ficar com 6 colunas na ordem seguinte: referência, numero de peça, coordenada x, coordenada y, rotação e embalagem, pois é a ordem pedida pelo ficheiro access para introduzir no QIS.

De seguida, os dados são transferidos para um access e posteriormente transportados para o QIS como mostra na figura 26.

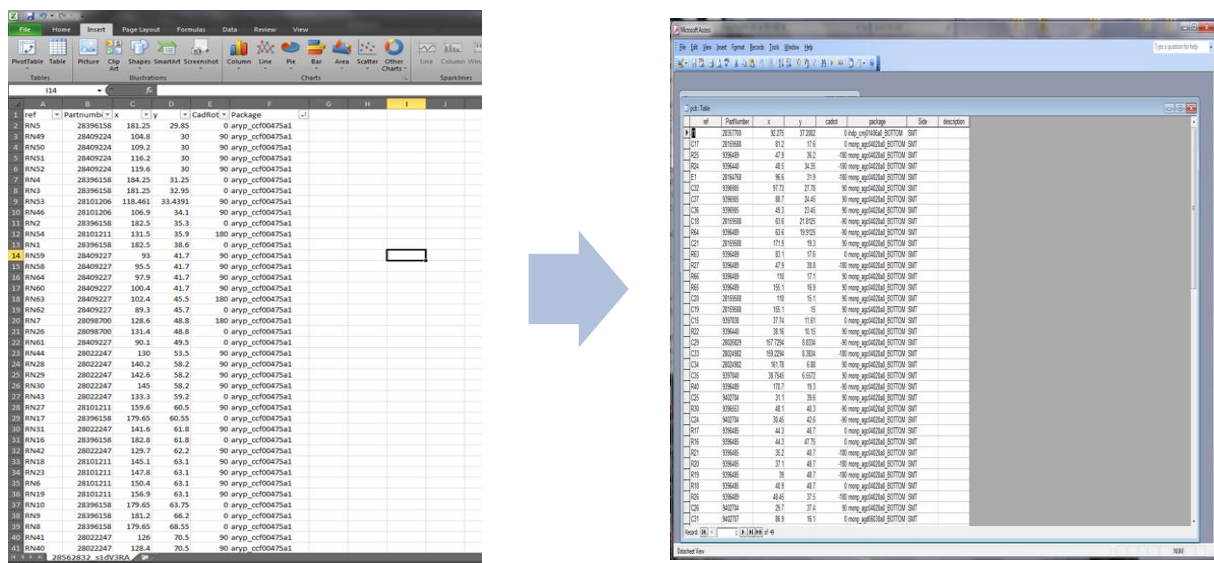


Figura 26 - À esquerda ficheiro Excel com os dados tratados e à direita ficheiro Access.

Após preenchimento de toda a informação nos ficheiros em access, os componentes são introduzidos a partir de um ficheiro no QIS. Nesta operação abre-se o programa QIS e introduz-se os campos pedidos, tal como ilustra a figura 27.

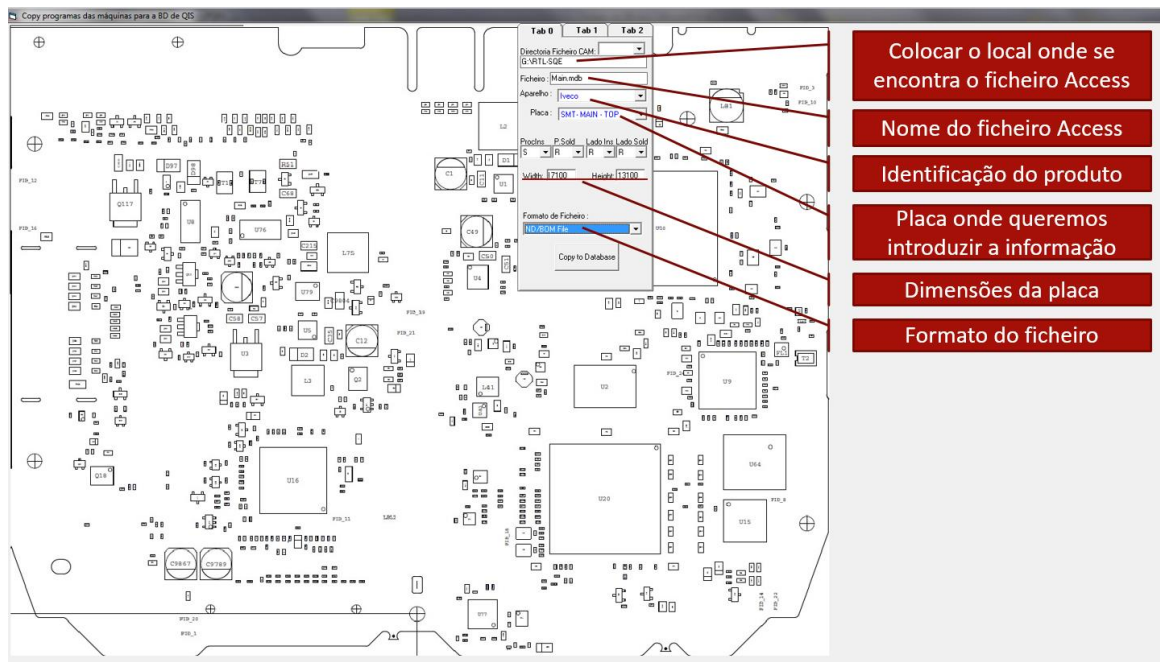


Figura 27 - Processo de criação dos componentes.

No passo seguinte, muitas vezes o que acontece é que o programa não consegue identificar todos componentes e nesse caso com base no nome/package do componente em

falta, ficheiro excel, desenho técnico da placa e a placa, identifica-se o componente em falta tal como mostrado na figura 27. Nesta situação o software pede o comprimento, largura, rotação e forma do componente em falta.

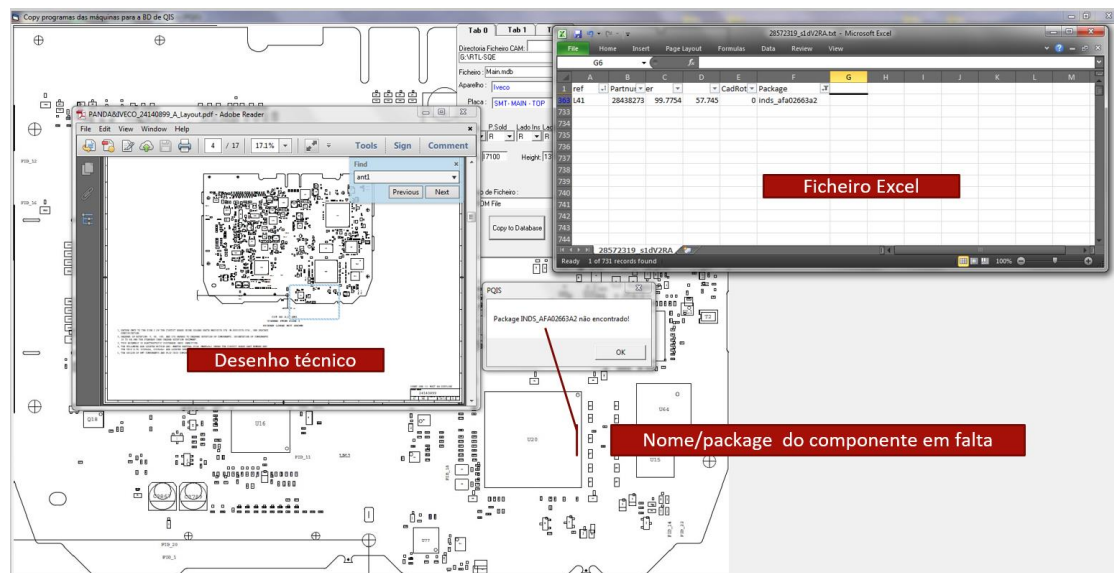


Figura 28 - Criação dos componentes em falta manualmente.

Depois de estarem todos os componentes introduzidos, faz-se o alinhamento segundo as coordenadas X e Y dos mesmos uma vez que estes podem estar descentrados devido a desvios/diferenças nas medidas da placa com a imagem introduzida. A figura 29 é possível ver a imagem antes e depois do alinhamento.

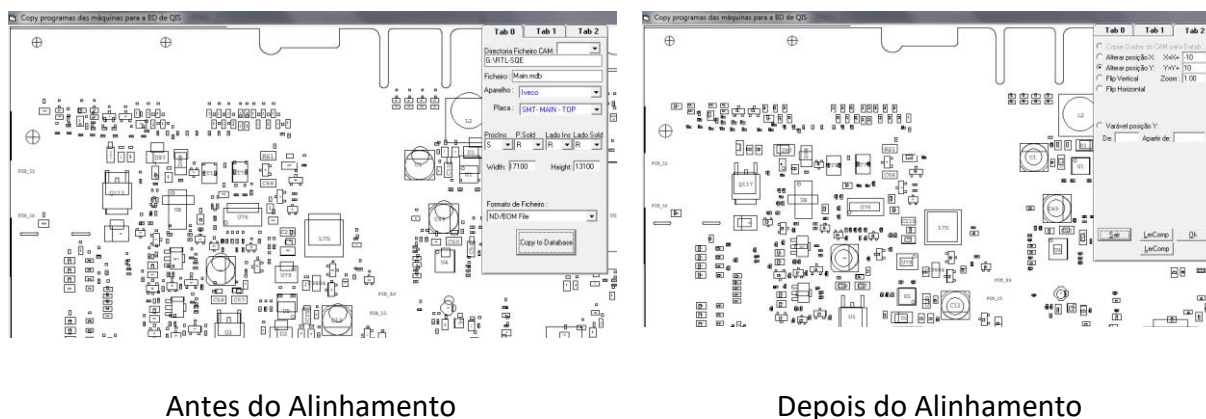


Figura 29 - Alinhamento das coordenadas dos componentes com a imagem.

Se não se tratar de uma placa de SMT, ou seja, tratando-se de CBA, FA ou Plásticos no que toca à introdução dos componentes, o processo é diferente. Tal como se pode ver na figura 30, nesta etapa cada componente ou área a identificar, é introduzido um a um, sendo necessário introduzir para cada um deles o nome/designação, a placa onde se quer introduzir, o tipo de componente, a forma e ângulo. No que diz respeito ao nome/designação muitas das vezes como a lista de componentes é limitada ao tipo de componentes existentes, em muitos casos esta está desatualizada impossibilitando de colocar o componente corretamente.

Nome/Designação do Componente

Placa: SMT/CBA/FA/PLASTICS

Tipo de Componente

Forma: Retangular ou Circular

Ângulo = 0

Figura 30 - Criação dos componentes manualmente.

Como estes componentes são introduzidos manualmente e não existem disponíveis as coordenadas X e Y, estes não assumem o local correto em relação à imagem tal como se pode ver na figura 31 e, assim sendo é necessário direcioná-los manualmente indicando o comprimento, largura e as coordenadas X e Y para cada componente introduzido anteriormente.

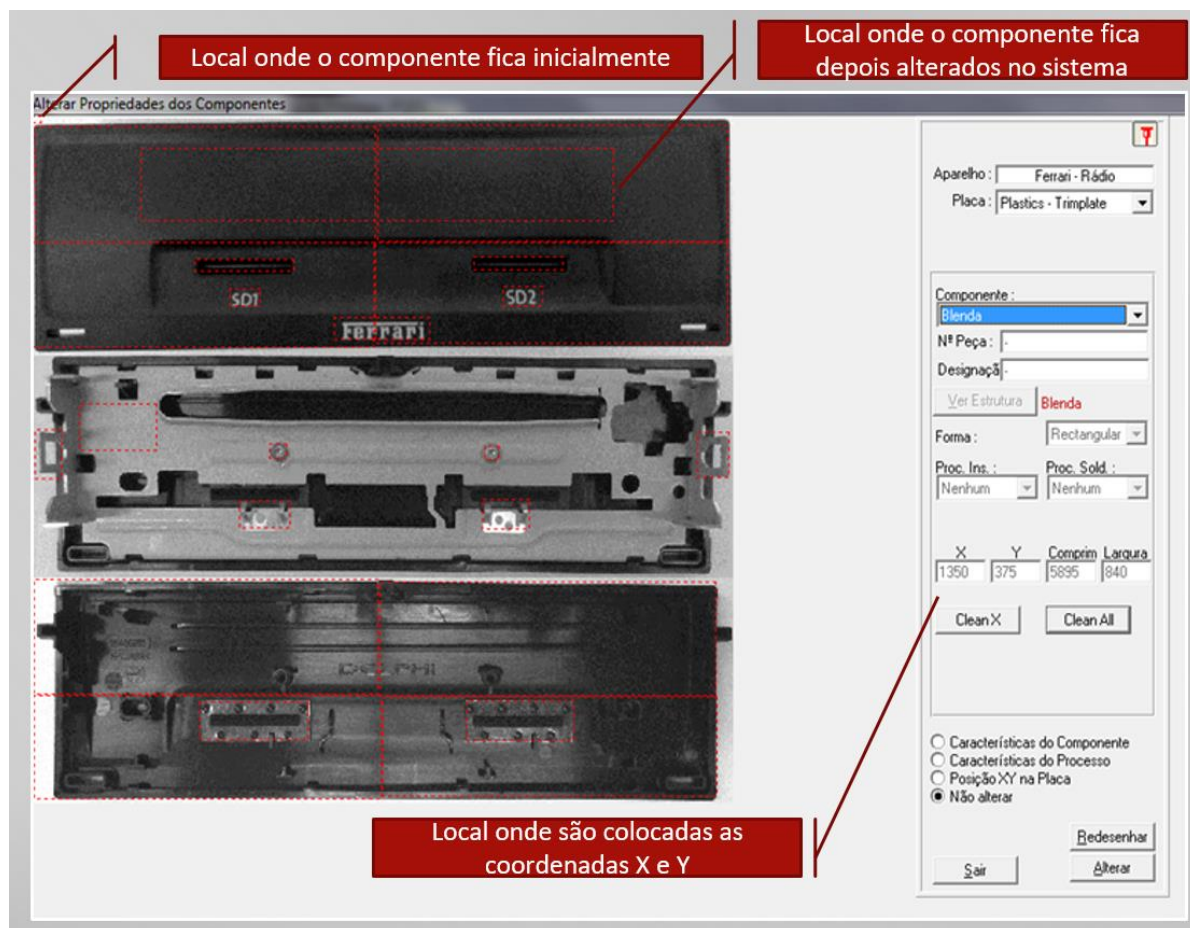


Figura 31 - Alteração da posição dos componentes criados.

Após este processo de preparação, para o produto selecionado para exemplificação, o operador de reparação ficou com 14 opções disponíveis (figura 32) com diferentes áreas e componentes para identificação de falhas.



Figura 32 – Opções do produto Ferrari disponíveis para o operador no QIS.

Sabendo que uma das dificuldades identificadas no processo de preparação é o tempo despendido em cada uma das etapas para manter o software atualizado, foi contabilizado o tempo dispensado nas várias atividades envolvidas. Nas figuras 33 e 34, é possível ver os gráficos com o tempo despendido em cada etapa do processo de introdução de dados. É possível verificar que dependendo da área (SMT, CBA, FA, Plásticos), existem etapas com tempos superiores aos restantes e que devem ser melhorados.

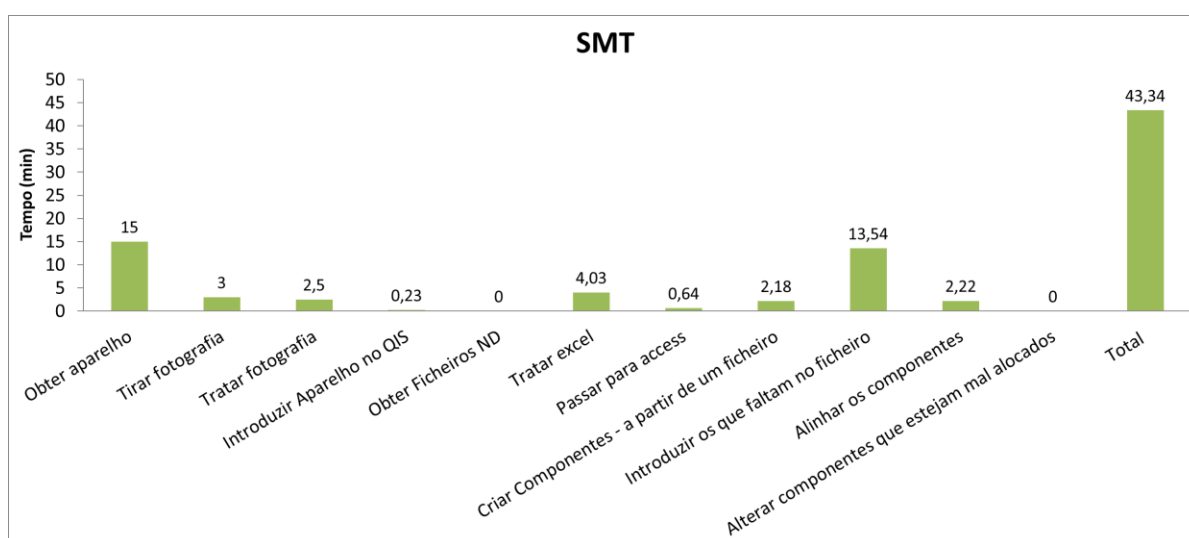


Figura 33 - Tempo (min) despendido em cada uma das etapas na área de SMT.

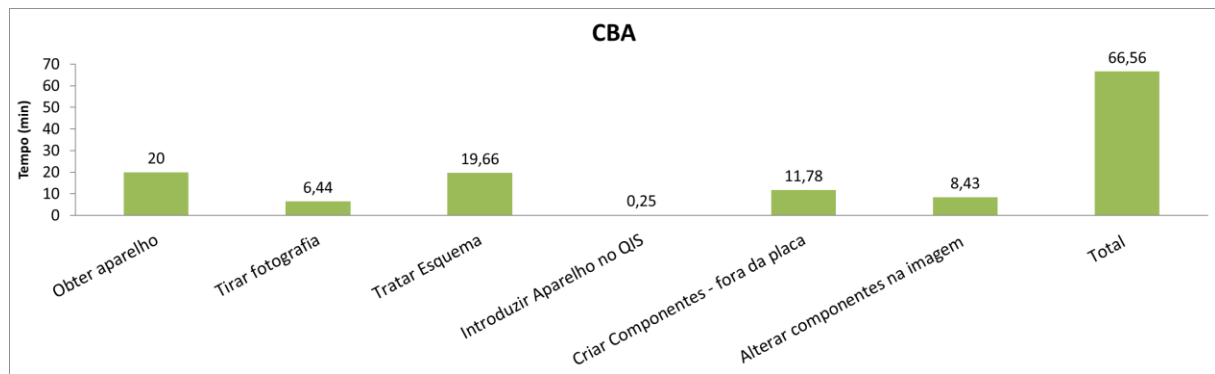


Figura 34 - Tempo (min) despendido em cada uma das etapas na área de CBA

Após a análise dos gráficos é possível verificar que o tempo de introdução da informação no software é demasiado elevado sendo a obtenção do aparelho e tratamento de imagem, as etapas mais críticas necessitando mais tempo.

Esta explicação baseou-se numa apresentação PowerPoint realizada na empresa para explicar aos envolvidos no processo de melhoria a forma como este processo estava a ser feito e assim avaliar cada uma das fases do processo.

Ao contrário da abordagem da secção 4.3.1 orientado para o produto Porsche 9x1, esta apresentação foca-se no produto Ferrari. No anexo II está disponível a apresentação.

No próximo capítulo são apresentadas algumas propostas que visem a melhoria deste processo, de forma a eliminar os principais problemas e dificuldades.

5. AÇÕES DE MELHORIA

Este capítulo apresenta uma descrição das ações de melhoria propostas e implementadas relativas ao *software* de análise e recolha de dados (QIS). Depois de analisado no capítulo anterior o processo de introdução de informação inicial, foram identificados diversos pontos críticos relativamente à melhoria do *software* de recolha de dados e identificação de falhas. As ações são expostas em 8 secções.

Inicialmente foi feito um levantamento de todos os produtos disponíveis no QIS e junto dos operadores de reparação e QE's de todas as áreas, foi feita uma pesquisa dos produtos que necessitavam de atualização ou introdução no *software* realizando um planeamento, disponível no anexo III, pois havia produtos que já estavam a ser produzidos, mas não estavam registados no QIS.

5.1 Substituição da fotografia do produto pelo desenho técnico/ esquema

Uma das ações de melhoria proposta e implementada foi a substituição da montagem de fotografias (figura 35) pelo esquema/desenho técnico do produto (figura 35).



Figura 35 - Imagem em fotografia do produto no QIS

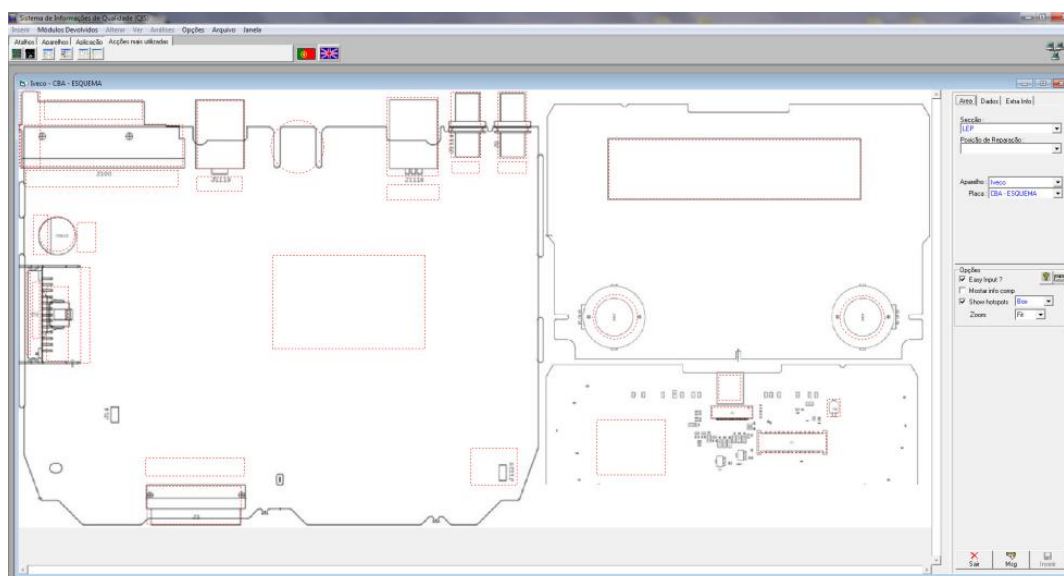


Figura 36 - Imagem do esquema/desenho técnico do produto no QIS

Esta ação não traz só vantagens no tempo de disponibilidade da imagem, mas desta forma é possível ter uma imagem mais limpa e menos confusa, evitando componentes sobrepostos, e melhorar a percepção dos componentes uma vez que não existem sombras.

Uma das desvantagens que esta proposta pode trazer é a dificuldade em visualizar os componentes. Contudo e após reunir com todos os utilizadores do QIS esta ação foi aceite com uma reação bastante positiva, e só assim foi possível implementar esta proposta.

5.2 Identificação de todos os componentes

No início do projeto, um dos problemas apontados pelos operadores de reparação era a dificuldade em registar determinados componentes, pois só estavam identificados os componentes que apresentassem maior probabilidade de falha.

Quando surgiam alterações de projeto, nem sempre o produto era atualizado. Assim, o operador de reparação tinha disponível no QIS uma imagem diferente do produto que estava a analisar, ou seja se o componente danificado não estava nessa imagem/fotografia ou não tivesse sido introduzida a opção de seleção, o software não permitia a sua seleção para efetuar o registo. A opção de não identificar todos os componentes trazia grandes problemas uma vez que, muitas vezes, os dados não representavam a realidade.

Apesar de determinados componentes terem menor ocorrência havia a possibilidade de estes aparecerem danificados e ser necessário identificá-los. Então foi proposta a identificação de todos os componentes (figura 37). Ainda na figura 37 é possível ver áreas a tracejado, que representam as zonas onde existe uma hiperligação para registo de informação.

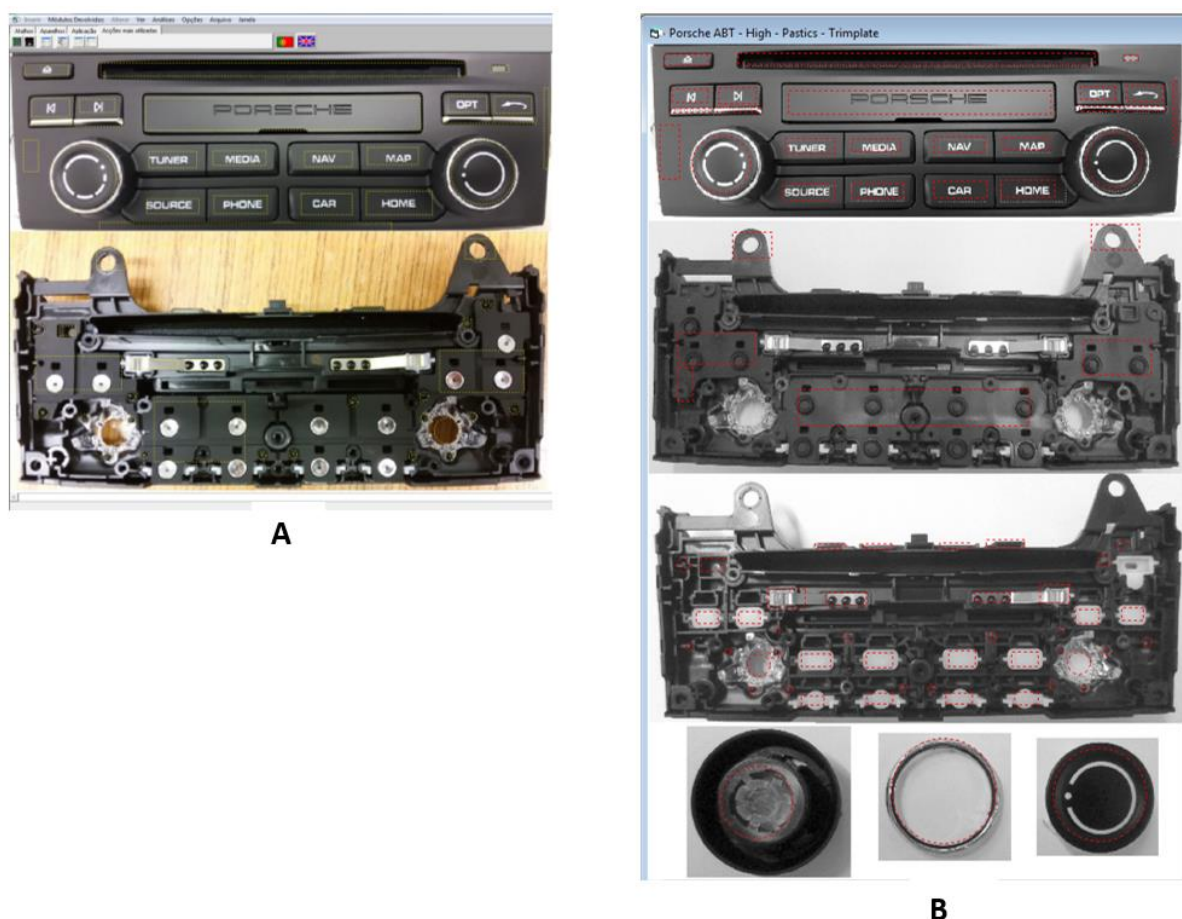


Figura 37 - Imagens da identificação dos componentes. A - Apresentação do produto no seu estado inicial; B - Apresentação do produto após implementação das melhorias

Esta proposta traz vantagens no que toca à análise dos dados, uma vez que o operador de reparação pode identificar corretamente o componente danificado aumentando a eficácia do seu trabalho e a fiabilidade dos dados, eliminando a hipótese de registar a informação em componentes semelhantes ao redor. A desvantagem da proposta está relacionada com o tempo despendido para introduzir a informação, pois este fator aumenta consoante o número de componentes.

5.3 Atualização do catálogo de componentes e lista de defeitos associados

Ao longo do tempo a empresa sofreu uma variação no tipo de defeitos que produz e no futuro, uma vez que a empresa vai passar a produzir produtos que não são só autorrádios, a lista de componentes por ventura irá ficar desatualizada (figura 38), então foi proposta a sua atualização. Até ao momento esta proposta só foi implementada nos plásticos uma vez que é nesse local que as diferenças são maiores. Na figura 38 está representada a lista de componentes inicial.

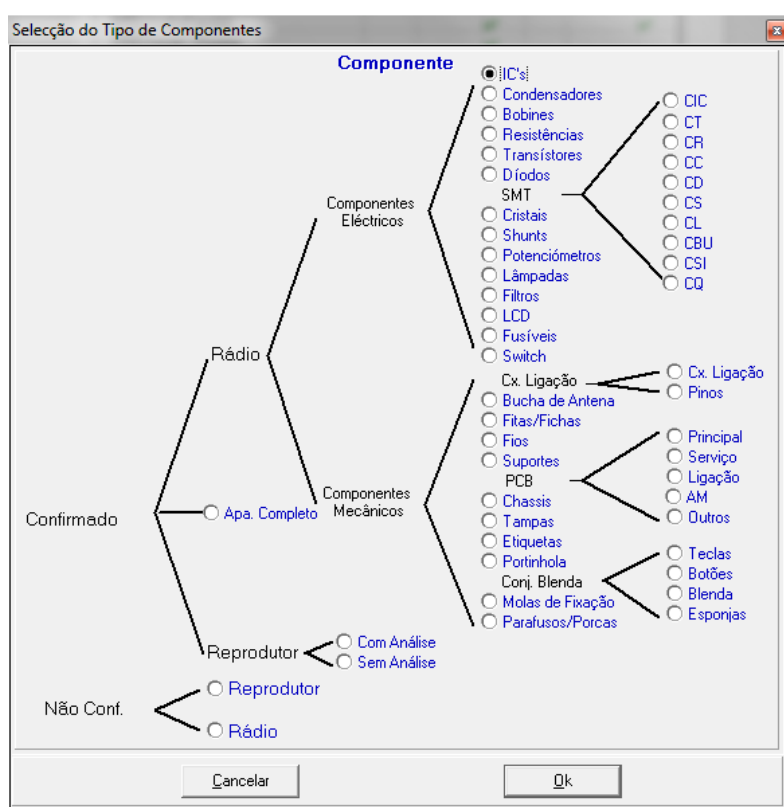


Figura 38 - Lista de componentes que estão associados a determinados defeitos/falhas

Depois de analisar a lista de componentes é possível identificar que relacionados com os plásticos, os componentes são: blenda, teclas, botões espojas e filtros. Existe uma base de dados onde a cada um dos componentes está associada uma lista de defeitos/falhas (figura 38).

Depois de analisar com a QE da área, a lista de defeitos relacionada com cada componente chegou-se à conclusão que havia componentes que já não fazia sentido estarem na lista, bem como determinados defeitos/falhas. A figura 39 apresenta um resumo

da alteração. Dos cinco componentes iniciais só ficaram dois, teclas e blenda, e um novo foi adicionado, a *bracket*. Os defeitos foram todos analisados e reformulados. Na figura 39 estão assinalados a vermelho os defeitos obsoletos e que vão ser retirados, a amarelo novos tipos de defeitos/ falhas para adicionar e a verde os defeitos/ falhas mantidas.

Defeito/falha	Area	Tipo Comp	Defeito/falha	Area	Tipo Comp	Defeito/falha	Area	Tipo Comp
Casca de Laranja	Montagem	Blenda	Casca de Laranja	Montagem	Teclas	Chupados	Montagem	Bracket
Chupados	Montagem	Blenda	Chupados	Montagem	Teclas	Danificada	Montagem	Bracket
Danificada	Montagem	Blenda	Excesso de Matéria	Montagem	Teclas	Excesso de Matéria	Montagem	Bracket
Excesso de Matéria	Montagem	Blenda	Falta	Montagem	Teclas	Fibras	Montagem	Bracket
Falta de Matéria	Montagem	Blenda	Falta de Matéria	Montagem	Teclas	Marca de Extrator	Montagem	Bracket
Falta de Tinta	Montagem	Blenda	Falta de Tinta	Montagem	Teclas	Raiados	Montagem	Bracket
Fibras	Montagem	Blenda	Fibras	Montagem	Teclas	Leitosos	Montagem	Bracket
Inclusões	Montagem	Blenda	Fuga de Luz	Montagem	Teclas	Sujidade	Montagem	Bracket
Mancha	Montagem	Blenda	Inclusões	Montagem	Teclas	Cravação	Montagem	Bracket
Marca de Extrator	Montagem	Blenda	Mancha	Montagem	Teclas			
Riscos	Montagem	Blenda	Marca de Extrator	Montagem	Teclas			
Sujidade	Montagem	Blenda	Preso	Montagem	Teclas			
Fuga de Luz	Montagem	Blenda	Riscos	Montagem	Teclas			
Manchas	Montagem	Blenda	Solta	Montagem	Teclas			
Material	Montagem	Blenda	Danificado	Montagem	Teclas			
Pad Print	Montagem	Blenda	Falta	Montagem	Teclas			
Pontos Negros	Montagem	Blenda	Sujidade	Montagem	Teclas			
Preso	Montagem	Blenda	Brilhos	Montagem	Teclas			
Ruido	Montagem	Blenda	Danificação	Montagem	Teclas			
Solta	Montagem	Blenda	Descentrado	Montagem	Teclas			
Tinta no Interior	Montagem	Blenda	Explosões	Montagem	Teclas			
Blenda para Análise	Montagem	Blenda	Falha de Montagem	Montagem	Teclas			
Danificada (recuperada)	Montagem	Blenda	Manchas	Montagem	Teclas			
Danificado	Montagem	Blenda	Material	Montagem	Teclas			
Descentrado	Montagem	Blenda	Pad Print	Montagem	Teclas			
Falta	Montagem	Blenda	Pontos Negros	Montagem	Teclas			
Intermitente	Montagem	Blenda	Ruido	Montagem	Teclas			
Mal montado	Montagem	Blenda	Tinta no Interior	Montagem	Teclas			
Para substituir	Montagem	Blenda	Brilhos	Montagem	Teclas			
Trocado	Montagem	Blenda	Descentrado	Montagem	Teclas			
Raiados	Montagem	Blenda	Mal montado	Montagem	Teclas			
Leitosos	Montagem	Blenda	Para substituir	Montagem	Teclas			
Cravação	Montagem	Blenda	presa	Montagem	Teclas			
Pad Print Descentrado	Montagem	Blenda	Trocado	Montagem	Teclas			
Pad Print Pontos Negros	Montagem	Blenda	Raiados	Montagem	Teclas			
Pad Print Trocado	Montagem	Blenda	Leitosos	Montagem	Teclas			
			Laser Descentrado	Montagem	Teclas			
			Laser Escuro	Montagem	Teclas			
			Laser Trocado	Montagem	Teclas			
			Pad Print Descentrado	Montagem	Teclas			
			Pad Print Pontos negros	Montagem	Teclas			
			Pad Print Trocado	Montagem	Teclas			
			Cravação	Montagem	Teclas			

Figura 39 - Lista de defeitos relacionada com cada componente

Na figura 40, está disponível o resultado da lista de defeitos associados a cada componente.

Defeito/ falha	Desc	Tipo Comp	Defeito/ falha	Desc	Tipo Comp	Defeito/ falha	Desc	Tipo Comp
Casca de Laranja	Montagem	Blenda	Casca de Laranja	Montagem	Teclas	Chupados	Montagem	Bracket
Chupados	Montagem	Blenda	Chupados	Montagem	Teclas	Danificada	Montagem	Bracket
Danificada	Montagem	Blenda	Excesso de Matéria	Montagem	Teclas	Excesso de Matéria	Montagem	Bracket
Excesso de Matéria	Montagem	Blenda	Falta	Montagem	Teclas	Fibras	Montagem	Bracket
Falta de Matéria	Montagem	Blenda	Falta de Matéria	Montagem	Teclas	Marca de Extrator	Montagem	Bracket
Falta de Tinta	Montagem	Blenda	Falta de Tinta	Montagem	Teclas	Raiados	Montagem	Bracket
Fibras	Montagem	Blenda	Fibras	Montagem	Teclas	Leitosos	Montagem	Bracket
Inclusões	Montagem	Blenda	Fuga de Luz	Montagem	Teclas	Sujidade	Montagem	Bracket
Mancha	Montagem	Blenda	Inclusões	Montagem	Teclas	Cravação	Montagem	Bracket
Marca de Extrator	Montagem	Blenda	Mancha	Montagem	Teclas			
Riscos	Montagem	Blenda	Marca de Extrator	Montagem	Teclas			
Sujidade	Montagem	Blenda	Preso	Montagem	Teclas			
Raiados	Montagem	Blenda	Riscos	Montagem	Teclas			
Leitosos	Montagem	Blenda	Solta	Montagem	Teclas			
Cravação	Montagem	Blenda	Danificado	Montagem	Teclas			
Pad Print Descentrado	Montagem	Blenda	Falta	Montagem	Teclas			
Pad Print Pontos Negros	Montagem	Blenda	Sujidade	Montagem	Teclas			
Pad Print Trocado	Montagem	Blenda	Raiados	Montagem	Teclas			
			Leitosos	Montagem	Teclas			
			Laser Descentrado	Montagem	Teclas			
			Laser Escuro	Montagem	Teclas			
			Laser Trocado	Montagem	Teclas			
			Pad Print Descentrado	Montagem	Teclas			
			Pad Print Pontos negros	Montagem	Teclas			
			Pad Print Trocado	Montagem	Teclas			
			Cravação	Montagem	Teclas			

Figura 40 - Lista atualizada dos defeitos relacionada com cada componente

Esta ação tem como vantagem a diminuição de erros na identificação do tipo de defeito, aumenta a facilidade de análise dos dados, relacionando corretamente o tipo de falha com o produto.

5.4 Utilização da caixa de mensagens para sugestões

Quando a ferramenta informática foi criada, foi projetada uma caixa de mensagens (figura 41), na qual o operador de reparação tinha a oportunidade de indicar ao responsável do QIS falhas que existissem no sistema. Contudo, esta caixa de mensagens nunca funcionou.

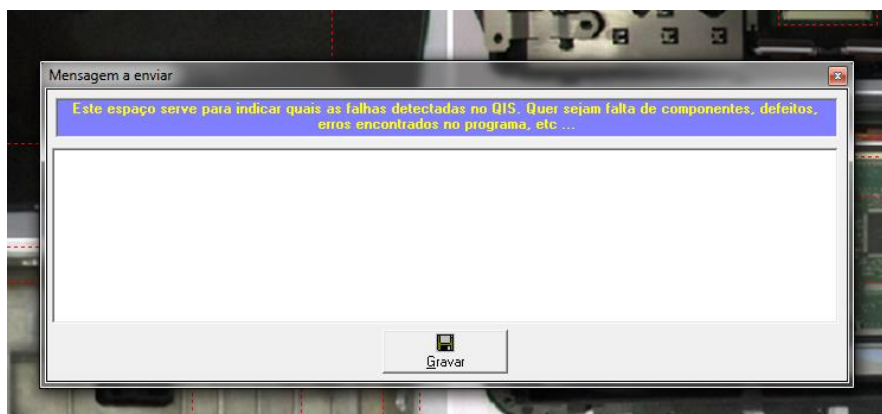


Figura 41 - Caixa de mensagens relacionada com o software QIS

Para colocar em funcionamento a caixa de mensagens e facilitar a sua utilização por parte dos operadores, foi proposto alterar a forma como se encontra a sua estrutura. Assim, foi recomendado um formato (tabela 3) para a caixa de mensagens para que o operador seja sucinto, introduza os dados relevantes e não divague na sua exposição.

Tabela 3 - Formato proposta para a caixa de mensagens do software QIS

Produto								
Área da falha	SMT	<input type="checkbox"/>	CBA	<input type="checkbox"/>	FA	<input type="checkbox"/>	Plásticos	<input type="checkbox"/>
Componente								
Falha								
Ação a implementar								
Observações								

5.5 Substituição do formato fotográfico por ficheiros técnicos para as placas de SMT

Após uma reunião onde foram discutidas as dificuldades e necessidades de melhoria do *software* QIS, chegou-se à conclusão que o procedimento de introdução da informação para as placas de SMT era bastante complexo e daí surgiu a ideia de utilizar outro formato, ou seja substituir as fotografias por ficheiros técnicos (figura 42).

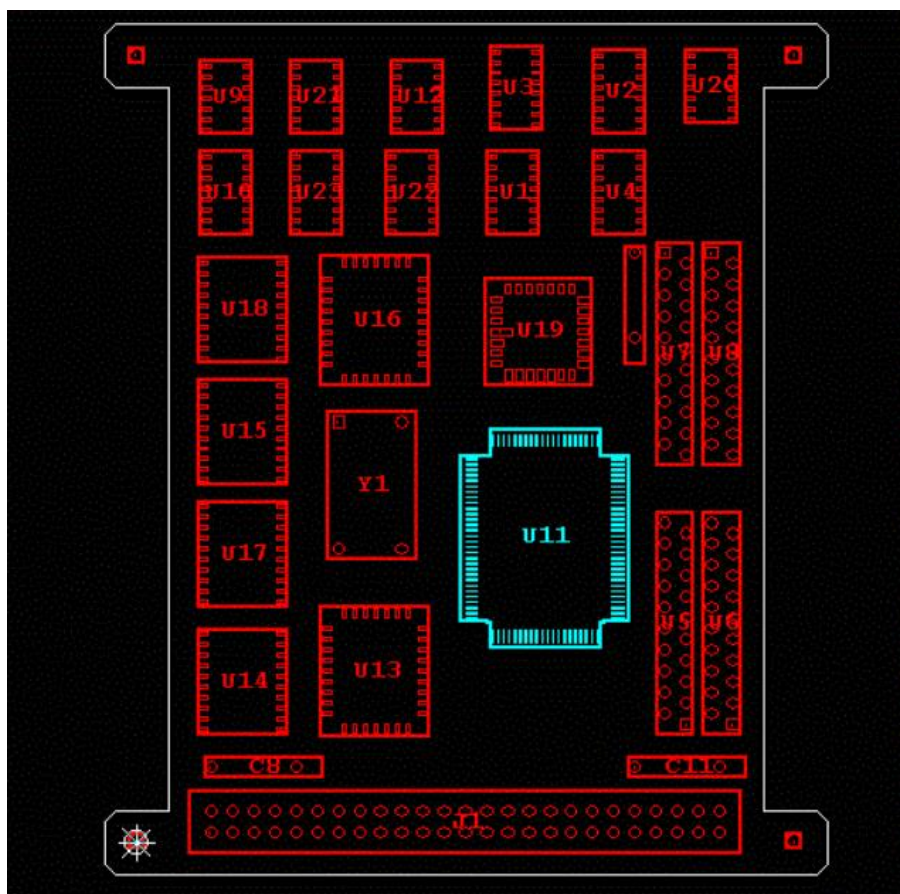


Figura 42 - Ficheiro ODB++

Com esta proposta existe a possibilidade de visualizar esquematicamente todos os componentes em 2D ou 3D de forma precisa e adicionar toda a caracterização necessária e registo de dados relevantes referentes a cada componente. Esta alteração, permite ainda colocar o QIS numa posição próxima de software de industria 4.0, onde a partir destes ficheiros é possível indicar a falha e registar o exato posicionamento de cada falha na base de dados. Desta forma a produção terá a possibilidade de reagir a determinadas falhas padrão muito mais atempadamente e correlacionar várias variáveis.

5.6 Áreas com hiperligação para registo de falhas

Para possibilitar a seleção de um componente para registo de falhas, é identificada uma área do tamanho do componente de forma a criar uma hiperligação. Para facilitar este processo e dado o elevado número de componentes, foi proposto a criação de formas

standard para definição desta área. Estas formas serão colocadas sobre os componentes, arrastando-os do canto superior esquerdo para o local correto (figura 43).

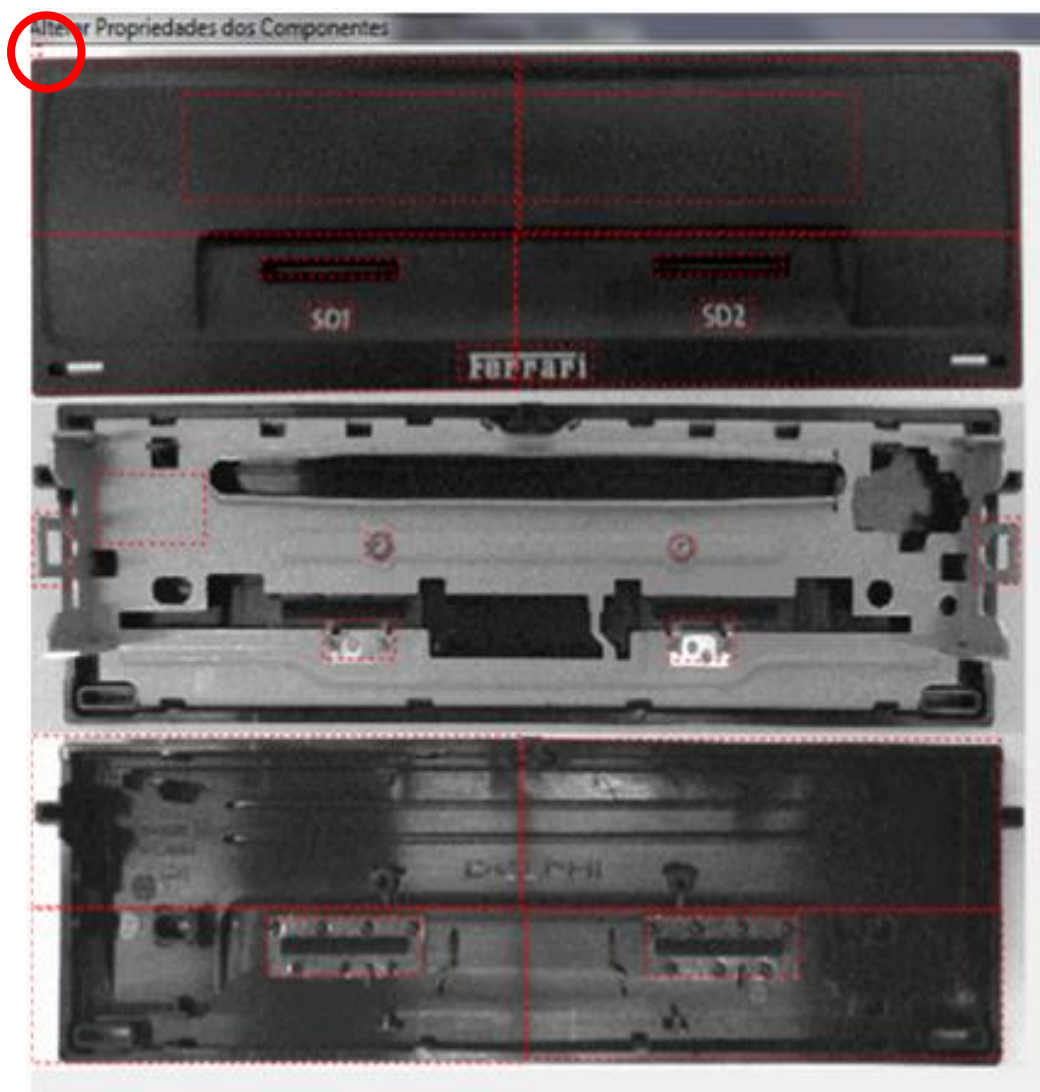


Figura 43 - Exemplo da alteração dos componentes

O grande impacto desta ação seria a redução do tempo reservado à alteração dos componentes na imagem.

5.7 Uniformizar a designação dos componentes

Para uniformizar as designações dos componentes na empresa, propõe-se utilizar na base de dados de registo de falhas dos componentes a designação presente no desenho técnico de cada aparelho figura 44.

28479350	28514385	CIR BD S/A-SM1				
		REF	DES	PART NUMBER	DESCRIPTION	*PACKAGE
1	1	FID 0	GLOBAL_FID		NO PAIC DESCRIPTION	fid GU TOP
1	1	FID 2	GLOBAL_FID		NO PAIC DESCRIPTION	fid GU TOP
1	1	FID 4	GLOBAL_FID		NO PAIC DESCRIPTION	fid GU TOP
1	1	DS1	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS2	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS3	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS4	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS5	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS6	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS7	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS8	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS9	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS10	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS11	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS12	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS13	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS14	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS15	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS16	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS17	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS18	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS19	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS20	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	DS21	28500423		LED-WHITE,BASE,LW M67	(leds_afa01136a1...
1	1	O1	28480926		OPTO-XSTR,LIGHT SENSO	(opts_afa03224a2...
1	1	R27	28026769		THERMISTOR-NTC, 10K,	(monp_agd06030a0...
1	1	1	MA010378074		MA-SOLDER	
1	-	2	28479349		CIR BD S/A-SM2,KB,9X1	
-	1	3	28514386		CIR BD S/A-SM2,KB,CYN	

Figura 44 - Informação dos componentes disponível nos desenhos técnicos/esquemas

Esta ação permitirá impedir o erro na inserção e identificação do tipo de componentes, bem como garantir uma linguagem universal pois cada componente assume um só nome, o do desenho técnico.

5.8 Atualizações dos produtos

Sempre que existem novos produtos ou alteração na versão não há nenhuma forma de reportar este caso, simplesmente fica desatualizado. Neste caso foi proposto introduzir nas reuniões de FMEA relativas à alteração de produto, um novo tópico referente ao QIS, para despoletar as alterações necessárias. Independentemente da necessidade de realização de alterações ou não nos produtos, foi proposta a realização de reuniões trimestrais para discutir o estado do *software*, havendo assim um acompanhamento do mesmo.

Quando implementadas todas estas medidas, no caso de haver vários arranques no mesmo período de tempo, ainda havia a probabilidade de o *software* ficar desatualizado. Para isto não acontecer, foi proposto introduzir o tópico referente ao QIS no planeamento de lançamento de um novo produto. No lançamento do último produto o tópico referente ao QIS já constou no planeamento.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentado o estudo do acompanhamento da melhoria do software QIS e os resultados das propostas de melhoria. A tabela 4 resume todas as propostas de melhoria que foram efetuadas no decorrer do projeto. Esta tabela apresenta-se segundo uma lógica 5W1H, de forma a compreender todo o trabalho realizado numa escala temporal bem definida.

Tabela 4 - Resumo das propostas de melhoria efetuadas e planeadas para o software QIS no decorrer do projeto

O que	Como	Porquê	Onde	Quando	Quem?
Substituição da fotografia do produto pelo desenho técnico/esquema	Ficheiro fotográfico para desenho técnico	Facilidade na inserção da imagem sem necessidade de fotografia	QIS	01/03/2017	Dulce Silva
Identificação de todos os componentes	Segregação do produto em todas as partes necessárias para identificação	Aumento da fiabilidade dos dados	QIS	06/02/2017	Dulce Silva
Atualização do catálogo de componentes e lista de defeitos associados	Discussão com o QE de cada área	Diminuição dos erros na identificação do tipo de defeito	QIS	14/03/2017	Dulce Silva Arminda Gomes (QE dos plásticos)
Utilização da caixa de mensagens para sugestões	Sendo possível introduzir informação	Para o operador de reparação indicar as falhas ao responsável do QIS	QIS	15/11/2017	Dulce Silva Jorge Gonçalves (Gestor do QIS)
Áreas com hiperligação para registo de falhas	Criação de formas standard para definição da área	Diminuição do tempo despendido na introdução dos componentes	QIS	31/12/2017	Jorge Gonçalves
Uniformizar a designação dos componentes	Utilizar a designação dos componentes presente no desenho técnico	Para haver uma linguagem universal	QIS	15/05/2017	Dulce Silva

6.1 Substituição da fotografia do produto pelo desenho técnico/esquema

As experiências das figuras 45 e 46 foram baseadas num teste de repetibilidade de 10 vezes consecutivas de forma avaliar o tempo despendido em cada ação de inserção de um novo produto no QIS.

A substituição da fotografia pelo desenho técnico faz com que o tempo despendido seja reduzido. Segundo os gráficos apresentados nas figuras 45 e 46, com esta ação de melhoria, foi possível reduzir 15 a 20 min o tempo de preparação pois utilizando o esquema, como ele está disponível na rede, é só fazer *download* e criar uma montagem de imagens.

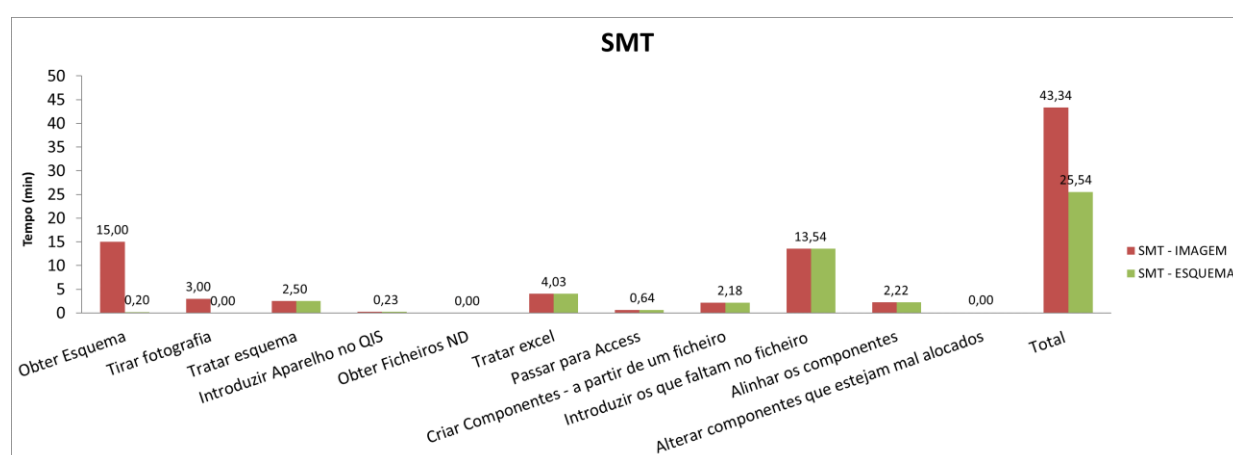


Figura 45 - Tempo de aplicação antes (verde) e depois (vermelho) de uma alteração de produto no QIS para a área de SMT

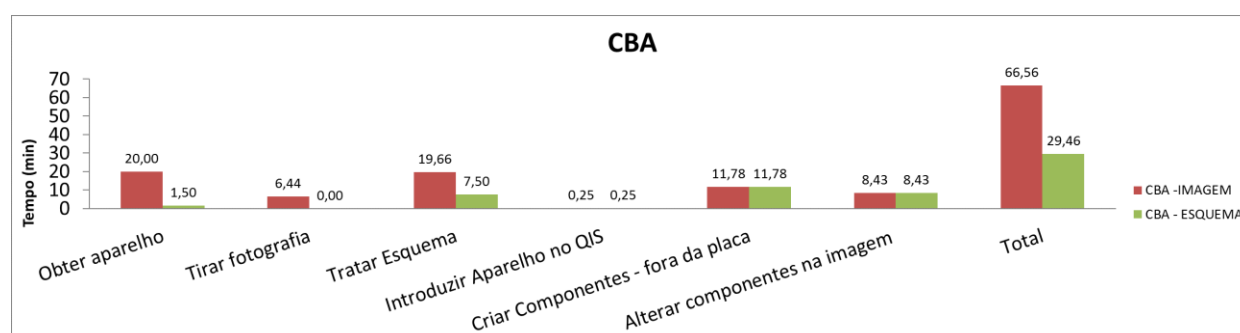


Figura 46 - Tempo de aplicação antes (verde) e depois (vermelho) de uma alteração de produto no QIS para a área de CBA

6.2 Identificação de todos os componentes

No início do projeto na fase de levantamento da informação verificou-se que uma das placas disponíveis no QIS estava desatualizada, no qual a imagem do QIS (figura 47) não correspondia ao produto que estava a ser produzido (figura 48), pois tratava-se de uma nova

versão e nesta nova versão foram acrescentados componentes que na versão anterior não existiam.

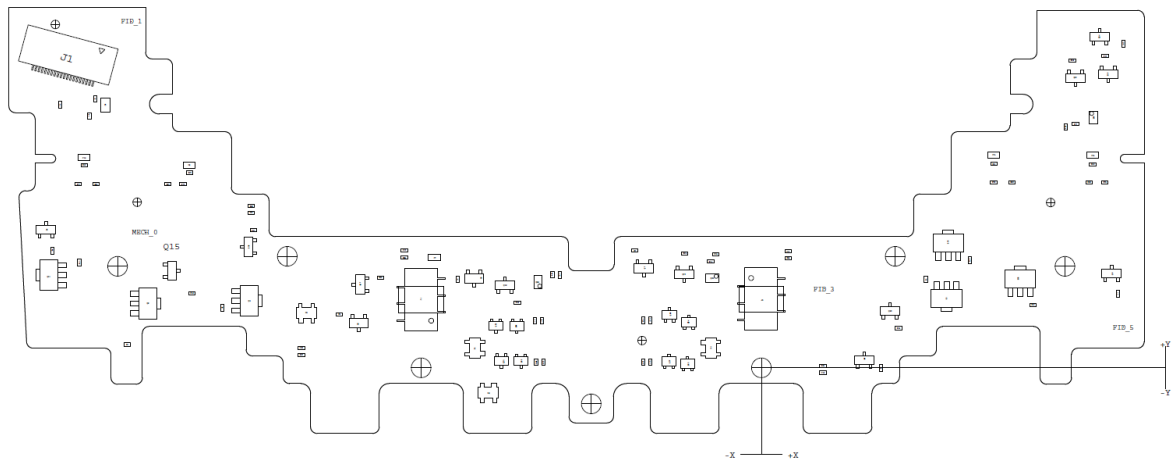


Figura 47 - Esquema da placa disponível no QIS

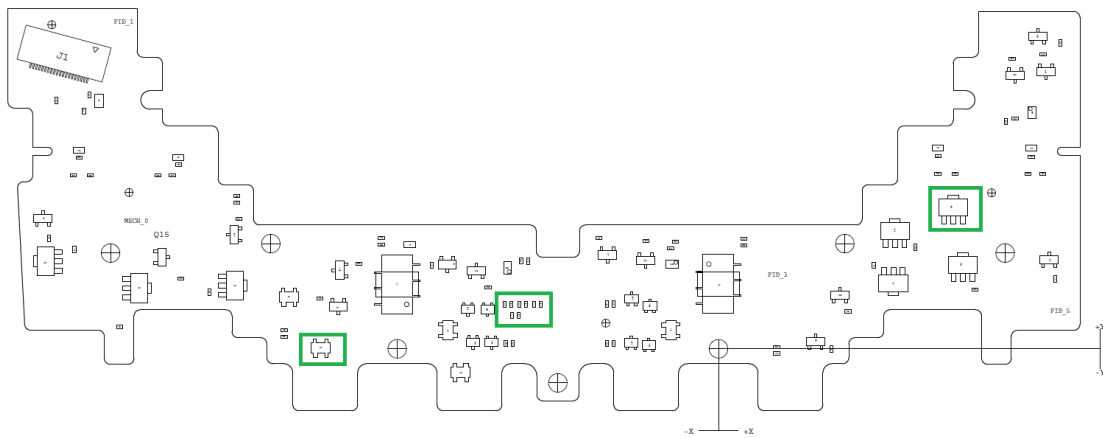


Figura 48 - Esquema da placa atualizada

Após a atualização da placa no QIS verificou-se que os dados de falha anteriormente registrados não correspondiam à realidade uma vez que no mesmo período de tempo para o mesmo produto os dados foram registrados no QIS e em papel. Na figura 49 apresenta-se o gráfico com os resultados no QIS, antes de alterar a placa, e na figura 50 o gráfico segundo o esquema atualizado com os valores registrados em papel.

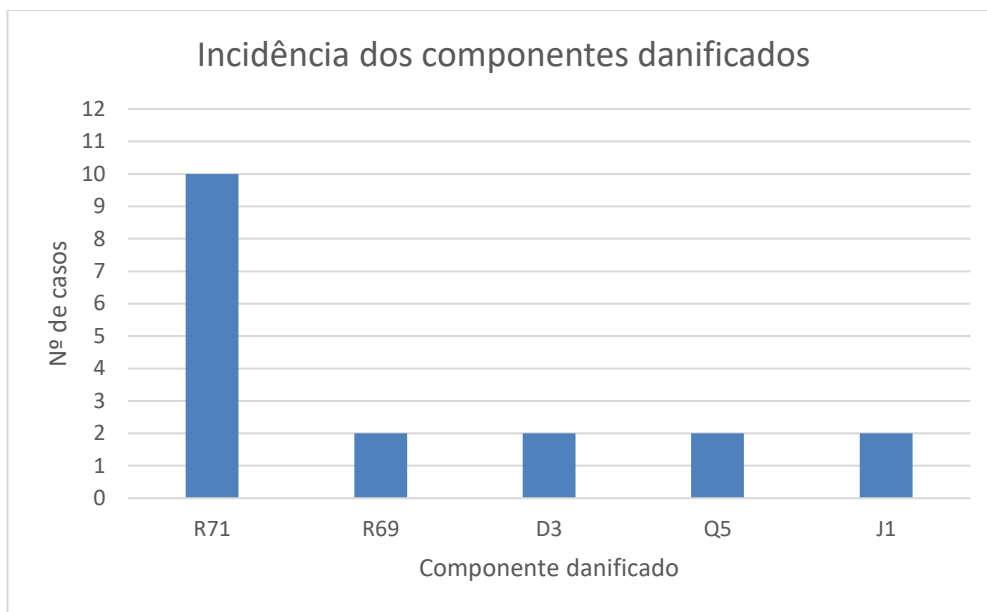


Figura 49 - Incidência dos componentes danificados com dados do QIS antes de alterar a placa.

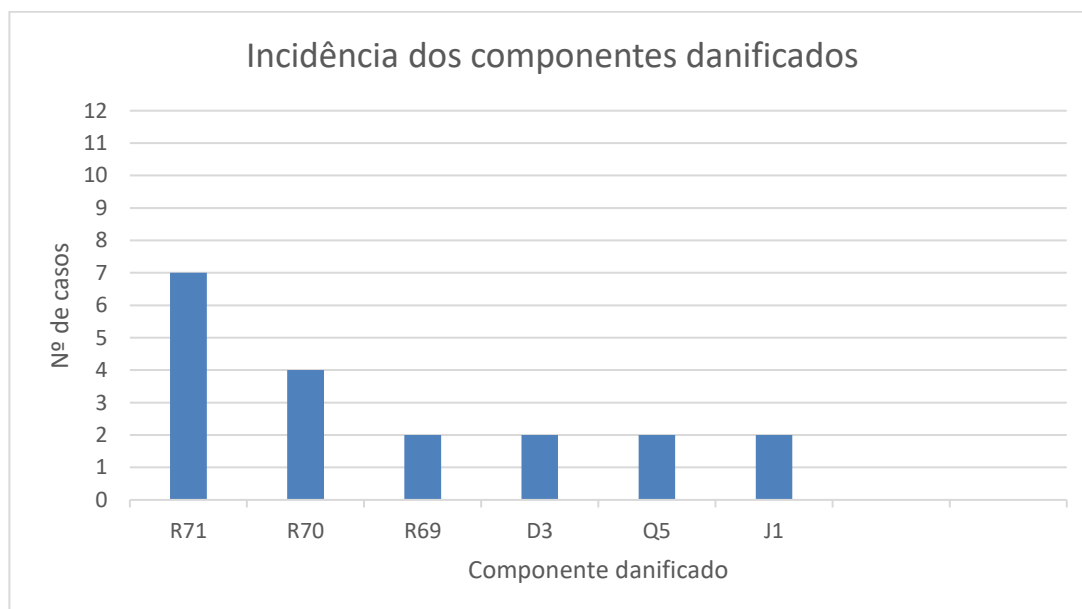


Figura 50 - Incidência dos componentes danificados com dados registados em papel

Analisando os dados vemos que existem bastantes diferenças e confirma-se que o operador quando não tem disponível um componente para introduzir ele opta pelo que está mais próximo pois no gráfico da figura 49 temos dez casos para o componente R71 e dois casos para R69, sendo que no gráfico da figura 50 temos sete casos para o componente R71 mantendo-se dois casos para o R69 e quatro casos num novo componente R70. Na figura 51 está representado o esquema atualizado da placa no qual é possível ver a designação de

cada um dos componentes e aqui é perceptível que o R71 na nova versão da placa é o mais próximo de todos os componentes adicionados e que o R70 é um deles.

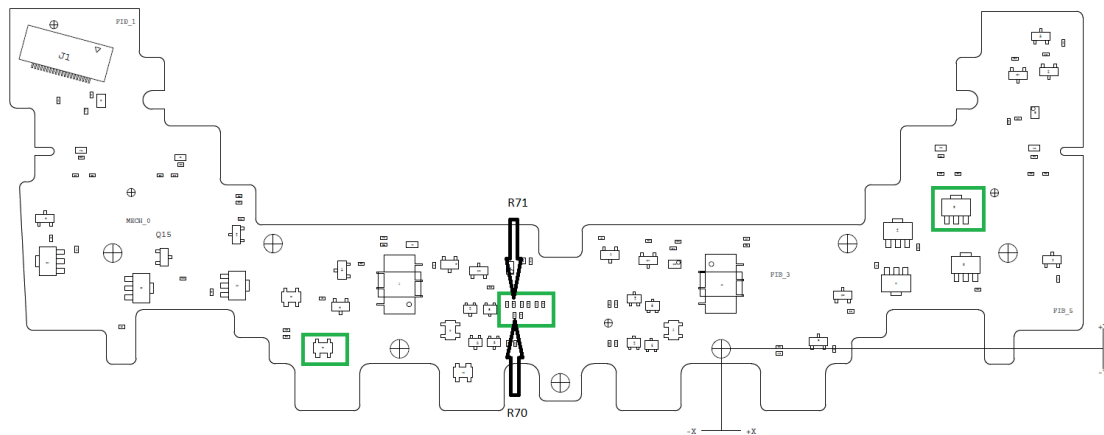


Figura 51 - Esquema atualizado da placa disponível no QIS

6.3 Atualização do catálogo de componentes e lista de defeitos associados

Tal como apresentado no capítulo anterior esta proposta foi implementada nos plásticos e os resultados foram bastante positivos. Os dados tornam-se mais perceptíveis pois havia gráficos que não faziam sentido, ou seja, analisando o gráfico da figura 52, identificam-se tópicos que não são relativos a defeitos, mas sim propostas de melhoria ou ações de trabalho.

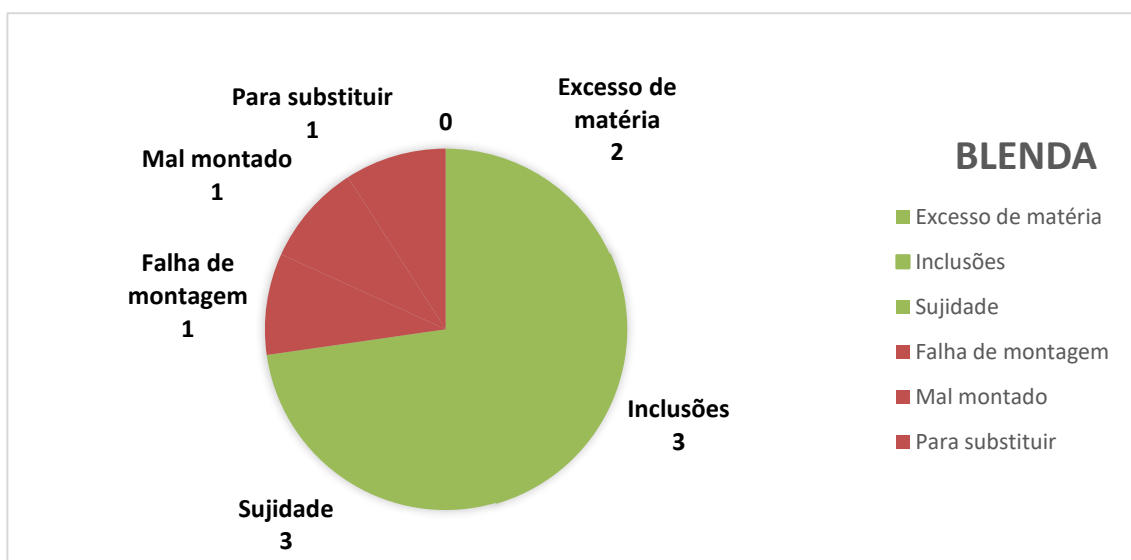


Figura 52 - Dados antes da alteração da lista de componentes e defeitos

6.4 Utilização da caixa de mensagens para sugestões

Com a adoção do formato proposto fica facilitada a introdução e identificação da informação relevante. Na figura 53 e na tabela 5 é apresentada uma simulação efetuada por um dos reparadores, utilizando o formato inicial (figura 53) e o formato proposto (tabela 4).

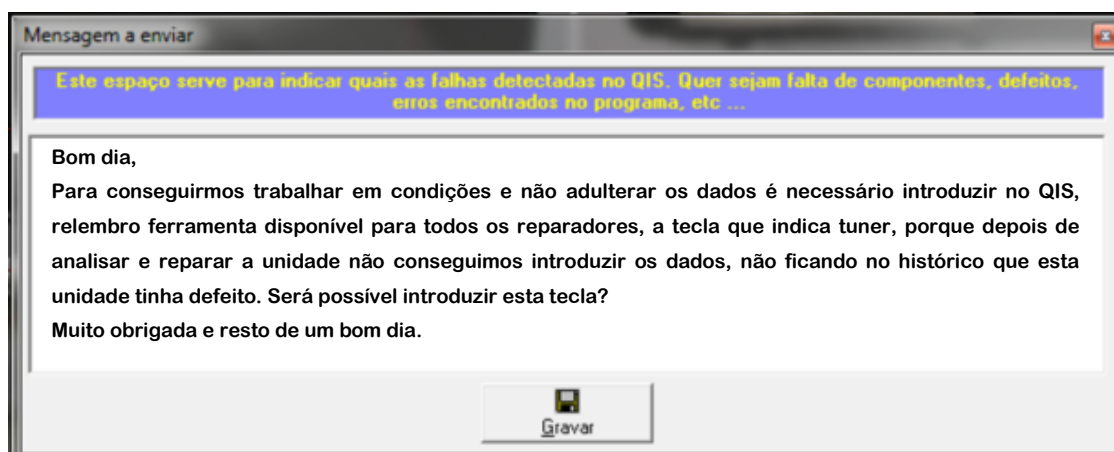


Figura 53 - Caixa de mensagens disponível no QIS

Tabela 5 - Lista de componentes que estão associados a determinados defeitos/ falhas

Produto	Porsche ABT 9x1
Área da falha	SMT <input type="checkbox"/> CBA <input type="checkbox"/> FA <input type="checkbox"/> Plásticos <input checked="" type="checkbox"/>
Componente	Tecla tuner
Falha	Não é possível selecionar a tecla
Ação a implementar	Introduzir no QIS
Observações	

Depois de analisar ambas as opções, é possível verificar que a segunda opção é de uso bastante mais fácil para o operador de reparação uma vez que ele só tem que responder a tópicos.

6.5 Áreas com hiperligação para registo de falhas

O gráfico da figura 54, apresenta o tempo despendido em cada uma das etapas na introdução de informação para uma das áreas.

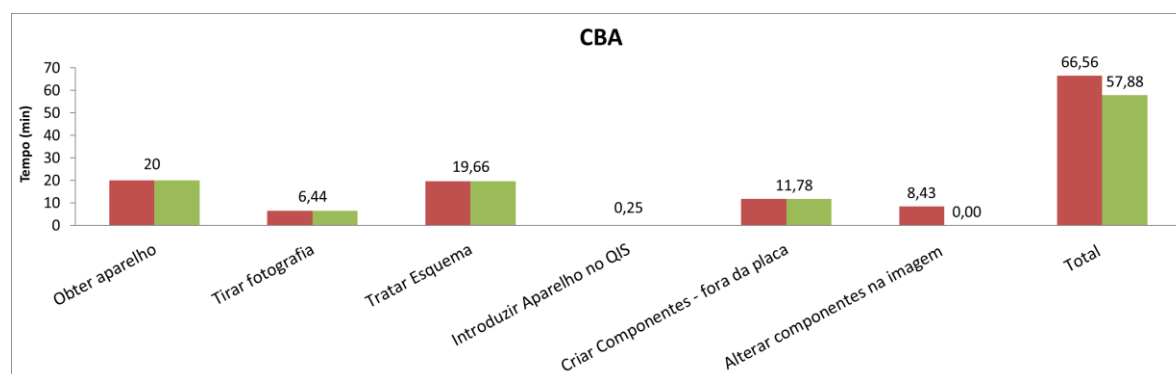


Figura 54 - Tempo utilizado para introduzir uma placa na área de CBA no QIS

Depois de implementar esta proposta o processo de introdução de informação no QIS será mais rápido em aproximadamente 8 minutos em cada placa, uma vez que basta arrastar uma caixa e não alterar as dimensões da mesma de acordo com o tamanho e forma do componente.

6.6 Uniformizar a designação dos componentes

Esta proposta só é válida para as áreas de CBA, FA e plásticos, a nível de tempo, não traz vantagens que sejam relevantes. Torna-se relevante no que toca ao nível técnico e de uniformização, pois esta proposta exige uma linguagem universal, tal como acontece em SMT. Por exemplo, a uma caixa de ligação está associada um código disponível no desenho técnico (tabela 6), M100.

Tabela 6 - Correspondência da designação de determinados componentes

Designação do componente no QIS	Designação do componente no desenho técnico
Resistência 1	R15
Resistência 2	R20
Caixa de ligação	M100
Fusível Verde, 1	F13
Fusível Verde, 2	F17
Fusível Amarelo	F2

7. CONCLUSÃO

No final do projeto e após analisar os resultados pode-se concluir que foram cumpridos com sucesso todos os objetivos propostos inicialmente.

O projeto realizado na *Delphi Automotive System* focou-se na melhoria do software de recolha e análise de falhas (QIS) do processo produtivo. Esta melhoria traduziu-se numa significativa redução do tempo na introdução de informação no *software* por parte do gestor, melhoria das análises relacionadas com as falhas em vários produtos ao longo do processo e por fim a melhoria do trabalho dos operadores de reparação, no que toca à identificação das falhas.

No início do projeto foram recolhidos dados relativos ao tempo despendido na introdução de informação no software e informação sobre a forma como os dados eram colocados e tratados.

Através da compreensão do processo e após a recolha de todos os dados e informação, foi possível a identificação de dificuldades em cada uma das etapas do processo. Estas dificuldades consistiam no elevado tempo na introdução de dados, na forma como essa introdução era realizada e nos resultados obtidos através da análise efetuada aos dados extraídos do *software*.

De forma a melhorar este processo, eliminando algumas das dificuldades apresentadas, foram desenvolvidas várias propostas de melhoria, baseadas no princípio da melhoria contínua, metodologia Kaizen e TQM e pontos da nova norma IATF 16949:2016 e ISO 9001:2015.

Relativamente à metodologia Kaizen, um dos princípios aplicados no projeto, foi o GEMBA Kaizen, uma vez que foi no local de trabalho que foram sentidas mais alterações. Inicialmente o operador de reparação tinha disponível uma imagem real do produto e atualmente é apresentado no QIS a imagem do desenho técnico do produto, esta alteração permitiu a maior redução, de aproximadamente 37 minutos por placa, dependendo do produto. Em simultâneo, foi proposta uma nova caixa de mensagens que permite um canal de comunicação direto entre os utilizadores finais e o gestor do QIS. Focando-se na simplificação do sistema, foi redefinida a lista de componentes e defeitos associada à área dos plásticos, permitindo uma segregação mais eficiente dos defeitos, bem como o nome técnico atribuído a todos os componentes de cada área. E de forma a aumentar ainda mais

a eficiência do registo, foram standardizadas as áreas de hiperligação para correlacionar cada componente com o respetivo registo de falha. Baseado no caso apresentado da alteração da fotografia do produto pelo desenho técnico, o tempo total recuperado para um conjunto de uma placa de SMT e outra de CBA foi de 3294 segundos em média.

Estas melhorias permitem ainda reforçar o princípio da tomada de decisões baseada em factos da metodologia TQM, onde a fiabilidade dos dados obtidos torna a análise dos mesmos robusta e detalhada.

Do ponto de vista empresarial, esta experiência de estágio curricular traduziu-se numa aprendizagem fortemente vocacionada para gestão do software. Observa-se que o princípio da melhoria contínua e a metodologia Kaizen tornam-se fundamentais para estabelecer um conjunto de ações estruturadas que permitam otimizar qualquer tipo de sistema, incluindo os próprios Sistemas de Gestão da Qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clarke, C. (2005). *Automotive Production Systems and Standardisation*. Springer.
- Coimbra, E. A. (2008). *Os sete Princípios Kaizen*. Kaizen Institute – Vida Económica, Vol. 2, No. 5, pp. 1-2.
- Coughlan, P., & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 220-240.
- Crosby, P. (1979). *Quality is Free: the art of making quality certain*. New York: McGraw-Hill.
- Dana, M. J., Jichao S. & Mark A. J. (2007). Integrating multiple manufacturing initiatives: challenge for automotive suppliers. *Measuring Bussiness Excellence*, Vol. 11, No. 3, pp. 41-56.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge: M.I.T. Center for Advanced Engineering Study.
- Domingues, P. & Fonseca, L. (2016). Auditar a norma ISO9001:2015. *QUALIDADE – Associação Portuguesa da Qualidade*, Nos. 1 e 2 , pp. 22-32.
- Duret, D. & Pillet M. (2009). *Qualidade na Produção. Da ISO 9000 ao Seis Sigma*, Lidel – Edições Técnicas, Lda.
- Duffy, G. L. (2013). *The ASQ Quality Improvement Pocket Guide: Basic History, Concepts, Tools, and Relationships*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Franceschini, F., Galetto, M. & Cecconi, P. (2006). A worldwide analysis of ISO9000 standard diffusion. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 13 No. 4, pp. 523-541.
- Fonseca, L. (2012). Gestão da Qualidade: uma reflexão critica. *QUALIDADE - Associação Portuguesa da Qualidade*, No 1, pp.17-19.
- Galetto, M., Franceschini, F., Maisano, D. A. & Mastrogiacomo (2010). ISO/TS 16949: analysis of the diffusion and current trends. *Engineering Manufacture*, Vol. 225, pp. 735-743.
- Harvey, L. & Green, D. (2006). Defining Quality. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, Vol 18, No1, pp. 9-16.
- Imai, M. (1986). *Kaizen – The key to japan’s competitive sucess*. USA: McGrawHill.

- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen - A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2th edition). USA: Mc GrawHill.
- ISO 9001. (2015). *Sistemas de Gestão da Qualidade Requisitos*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO. (2017). *ISO 9000 – Quality management*. Data de acesso: 31/03/2017. Disponível em: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- Juran, J. M. (1989). *Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook*. New York: The Free Press.
- Latimer, J., Kuert, W., Eicher, D. L., Marechal, R., Grey, V., Frontard, R., Sturen, Olle., Thor, A. & Barchierro, R. (1997). *Friendship Among Equals Recollections form ISO's first fifty years*. Geneve: ISO Central Secretariat.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. USA: McGraw-Hill.
- Machowski, F. & Dale, B. G. (1998). Quality Costing: An examination of knowledge, attitudes and perceptions. *Quality Management Journal*, No. 5, pp. 84-95.
- Martínez, A., Dewhurst, F. & Dale, B. (1988). Total Quality Management: Origins and evolution of the term. *The TQM Magazine*, Vol. 10, No. 5, pp. 378-386.
- Pinto, A. & Soares, I. (2011). *Sistemas de Gestão da Qualidade* (1th edition). Lisboa: Edições Sílabo, LDA.
- Robert, S. & Sime, C. (2007). An examination of ISO 9000:2000 and supply chain quality assurance. *Journal of Operations Management*, pp. 503-518.
- Westcott, R. T. (2013). *The Certified Manager of Quality/ Organizational Excellence handbook* (3th edition). Milwaukee: ASQ - Quality Press.
- Wood, D. (2013). *Principles of Quality Costs* (4th edition). Milwaukee: ASQ – Quality Press.

ANEXO I – LAYOUT DA DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS BRAGA

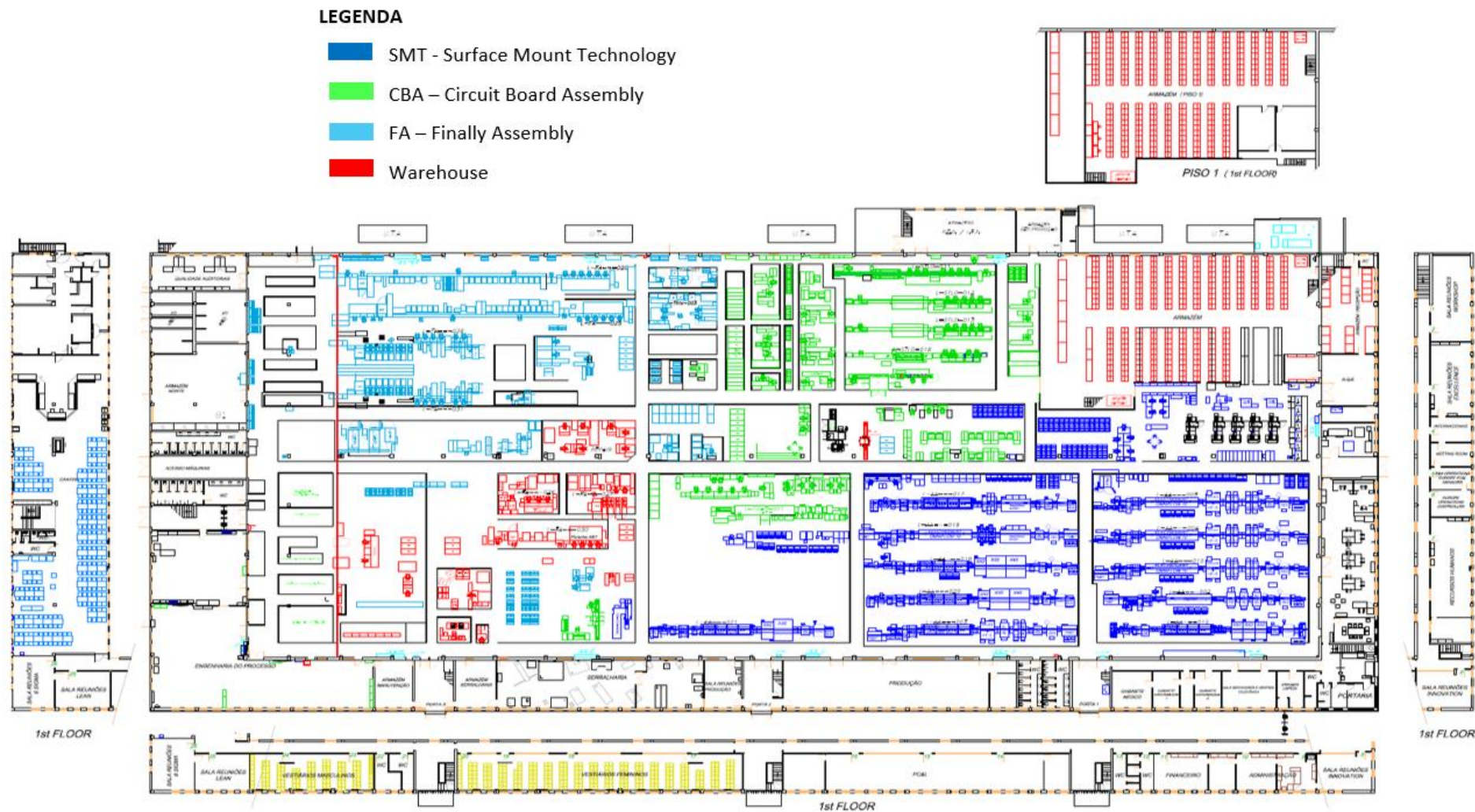


Figura 55 - Layout do Edifício 1 dividido pelas diferentes áreas da Delphi Automotive Systems

LAYOUT DA DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS BRAGA

LEGENDA

- Molding
- Offices / WIP
- Plastics Assembling
- Paint

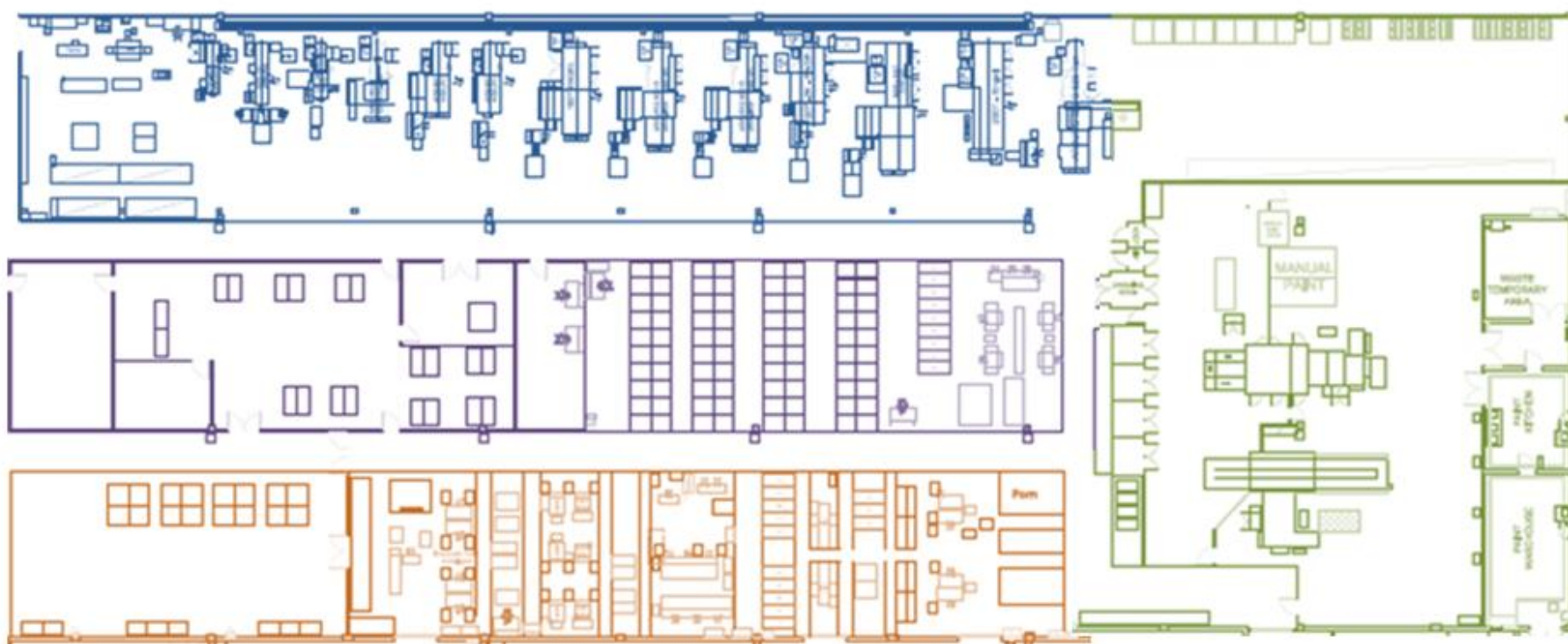
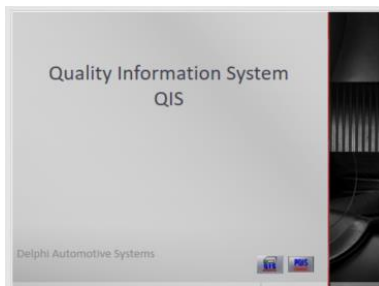
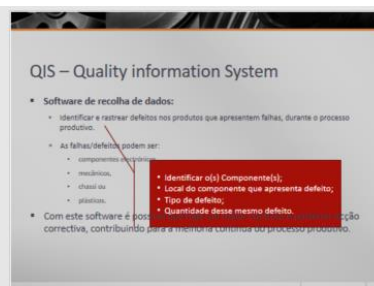


Figura 56 - Layout do Edifício 2 dividido pelas diferentes áreas da Delphi Automotive Systems

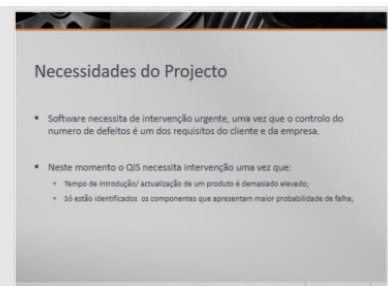
ANEXO II – APRESENTAÇÃO: *QUALITY INFORMATION SYSTEM*



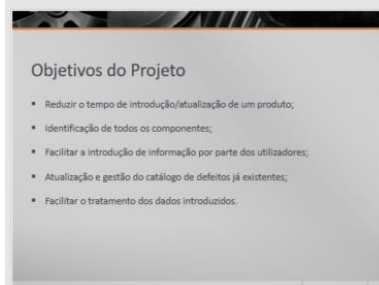
1



2



3



4



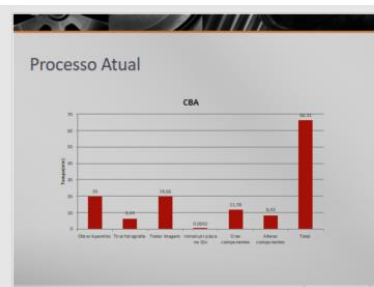
5



6



7



8



9



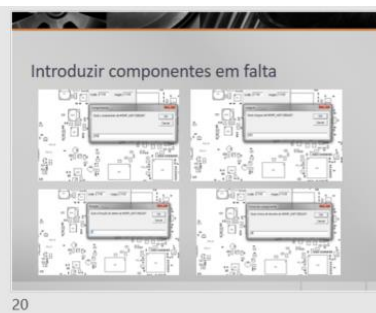
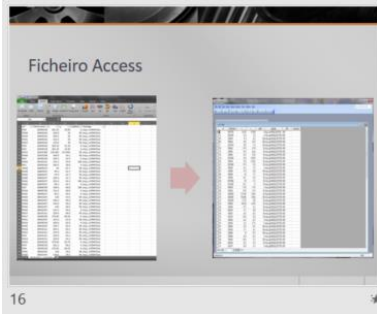
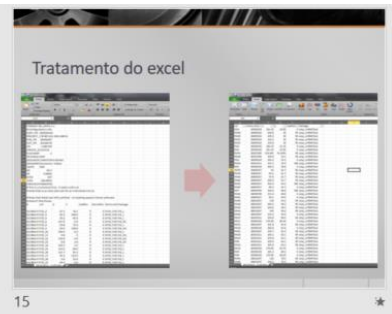
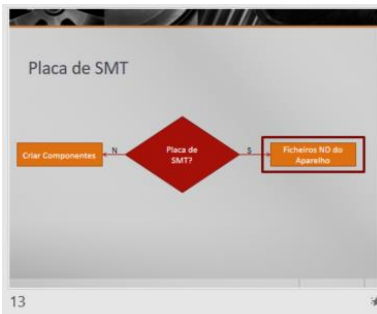
10



11



12



Introduzir componentes

Nome/Designação do Componente

Piaca: SMT/CBA/PA/PLASTICS

Tipo de Componente

Forma: Retangular ou Circular

Ângulo = 0

25

Alterar componentes

26

27

Apresentação do QIS para operador

28

Versões de um Produto no QIS

29

30

ANEXO III - LEVANTAMENTO DO ESTADO DO SOFTWARE QIS E RESPECTIVO PLANEAMENTO

Product(s)		January																February					March																April							May					June																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Week 1				Week 2				Week 3				Week 4				Week 5				Week 6				Week 7				Week 8				Week 9				Week 10				Week 11				Week 12				Week 13				Week 14				Week 15				Week 16				Week 17				Week 18				Week 19				Week 20				Week 21				Week 22				Week 23				Week 24				Week 25				Week 26				Week 27				Week 28				Week 29				Week 30				Week 31				Week 32				Week 33				Week 34				Week 35				Week 36				Week 37				Week 38				Week 39				Week 40				Week 41				Week 42				Week 43				Week 44				Week 45				Week 46				Week 47				Week 48				Week 49				Week 50				Week 51				Week 52				Week 53				Week 54				Week 55				Week 56				Week 57				Week 58				Week 59				Week 60				Week 61				Week 62				Week 63				Week 64				Week 65				Week 66				Week 67				Week 68				Week 69				Week 70				Week 71				Week 72				Week 73				Week 74				Week 75				Week 76				Week 77				Week 78				Week 79				Week 80				Week 81				Week 82				Week 83				Week 84				Week 85				Week 86				Week 87				Week 88				Week 89				Week 90				Week 91				Week 92				Week 93				Week 94				Week 95				Week 96				Week 97				Week 98				Week 99				Week 100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Panda	SMT - MAIN - TOP	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

